ISSN 1992-5980



ВЕСТНИК

ДОНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

К 80-летию университета



Том 10
№3 (46)
2010



ВЕСТНИК

ДОНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

2010

Т.10 №3(46)

**Теоретический
и научно-практический журнал**

**Рекомендован ВАК для публикаций
основных научных результатов
диссертаций на соискание
ученых степеней доктора
и кандидата наук
(решение Президиума ВАК Минобрнауки
России
от 19 февраля 2010 года № 6/6)**

Издается с 1999 г.

Учредитель – **Донской государственный технический университет**

Подписано в печать 01.07.2010.
Формат 60x84/8. Гарнитура «Tahoma». Печать офсетная.
Усл.печ.л. 17,7. Тираж 1000 экз. Заказ 287. Цена свободная

Адрес редакции:
344000, г.Ростов-на-Дону, пл.Гагарина, 1,
тел. 2-738-747

Адрес издательского центра:
344000, г.Ростов-на-Дону, пл.Гагарина, 1,
тел. 2-738-741, 2-738-322

http://www.donstu.ru/vestnik
http://www.dstu.edu.ru/vestnik

Регистрационное свидетельство ПИ № ФС 77-35012 от 16.01.09

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

VESTNIK

DON STATE TECHNICAL UNIVERSITY 2010

V.10 №3(46)

Theoretical and scientific-practical journal

Recommended by the State Commission for Academic Degrees and Titles for publications of the thesis research results for Doctor's and Candidate Degree competition (the solution of the Presidium of the State Commission for Academic Degrees and Titles of the Russian Science Ministry, February 19, 2010, №6/6

Founded in 1999

Founder – **Don State Technical University**

The issue is prepared by: G.A.Beshun, E.V. Kheigetyan
Passed for printing 01.07.2010.
Format 60X84/8. Font «Tahoma». Offset printing.
C.p.sh. 17,7. Circulation 1000 cop. Order 287. Free price.

Editorial Board's address:
Gagarin Sq. 1, Rostov-on-Don, 344000, Russia
Phone: (863) 273-87-47

Publishing Centre's address:
Gagarin Sq. 1, Rostov-on-Don, 344000, Russia
Phones: (863) 273-87-41, 273-83-22
http://www.donstu.ru/vestnik
http://www.dstu.edu.ru/vestnik

Registration certificate ПИ №ФС 77-35012 of 16.01.09.

C O N T E N T

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.032.24

А.А. АЛЬ -ХУЛАЙДИ, Н.Н. САДОВОЙ

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ В КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ

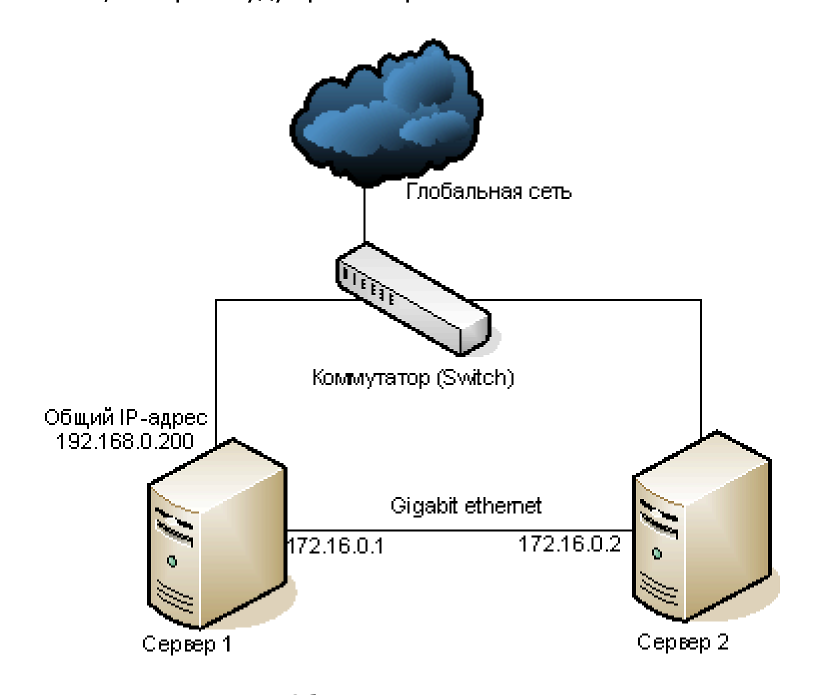
Проанализированы существующие программные пакеты в кластерных системах. Дана характеристика кластеров и кластерных дистрибутивов, рассмотрены варианты топологии, определены отличительные характеристики основных программных пакетов.

Ключевые слова: *кластер, системы управления пакетной обработкой, планировщик, мониторинг.*

Постановка задачи. Сегодня наиболее актуальным способом создания мощных многопроцессорных комплексов является объединение массово выпускаемых компьютеров, в том числе персональных компьютеров, с помощью серийного телекоммуникационного оборудования локальных сетей (или более высокопроизводительных соединений).

Характеристика рассматриваемых кластеров [1]. Группа соединенных между собой серверов, персональных компьютеров, функционирующих как единое целое, является кластером. Результатом создания кластера может стать, например, обеспечение высокой доступности информационного сервиса, распараллеливание выполнения какой-либо сложной операции или организация отказоустойчивого вычислительного комплекса.

Кластер – слабо интегрированная архитектура как на уровне аппаратуры, так и на уровне операционной системы (ОС), рисунок. В частности, из-за отсутствия общей памяти на каждый процессорный узел должна быть установлена своя копия ОС. Основной критической проблемой при работе с кластерными комплексами с числом процессоров 64-128 является обслуживание и управление. Для решения данных проблем различными фирмами разрабатываются специальные программные комплексы, которые будут рассмотрены ниже.



Общая схема кластера

Кроме того следует различать кластерные системы по классификации.

Кластеры высокой доступности. Обозначаются аббревиатурой HA (англ. High Availability – высокая доступность). Создаются для обеспечения высокой доступности сервиса, предоставляемого кластером. Избыточное число узлов, входящих в кластер, гарантирует предоставление сервиса в случае отказа одного или нескольких серверов. Типичное число узлов – два, это минимальное количество, приводящее к повышению доступности. Создано множество программных решений для построения такого рода кластеров. В частности, для OpenVMS, GNU/Linux, FreeBSD и Solaris существует проект бесплатного программного обеспечения (ПО) Linux-HA.

Кластеры распределения нагрузки. Принцип их действия строится на распределении запросов через один или несколько входных узлов, которые перенаправляют их на обработку в остальные вычислительные узлы. Первоначальная цель такого кластера – производительность, однако в них часто используются также и методы, повышающие надёжность. Подобные конструкции называются серверными фермами. Программное обеспечение может быть как коммерческим (OpenVMS, MOSIX, Cluster, Platform LSF HPC, Sun Grid Engine, Moab Cluster Suite, Maui Cluster Scheduler), так и бесплатным (Linux Virtual Server).

Вычислительные кластеры. Кластеры используются в вычислительных целях, в частности в научных исследованиях. Для вычислительных кластеров существенными показателями являются высокая производительность процессора на операциях над числами с плавающей точкой (flops) и низкая латентность объединяющей сети, и менее существенными – скорость операций ввода-вывода, которая в большей степени важна для баз данных и web-сервисов. Вычислительные кластеры позволяют уменьшить время расчетов по сравнению с одиночным компьютером, разбивая задание на параллельно выполняющиеся ветки, которые обмениваются данными по связывающей сети. Одна из типичных конфигураций – набор компьютеров с установленной на них операционной системой Linux, собранных из общедоступных компонентов и связанных сетью Ethernet, Myrinet, InfiniBand или другими относительно недорогими сетями. Такую систему принято называть кластером Beowulf. Специально выделяют высокопроизводительные кластеры (обозначаются английской аббревиатурой HPC Cluster – High-performance computing cluster) [2].

Обзор программного обеспечения для кластерных систем. Существует целый набор программного обеспечения, которое значительно упрощает процесс создания и поддержки кластерных систем [3-9]. Данные программные системы следует разделить на следующие категории:

- Средства для установки программного обеспечения на кластер.
- Средства регулярного администрирования кластеров.
- Кластерные системы управления пакетной обработкой (СУПО).
- Интегрированные программные средства для кластеров.

Нас интересуют интегрированные программные средства для кластеров, но для того чтобы не оставить другие категории систем в стороне, приведём их краткую характеристику.

Средства для установки программного обеспечения на кластер. Решаемые задачи:

1) создание репозитария (набора ПО для кластера), обновление его версий;
2) распределение ПО по узлам кластера;
3) автоматическая установка ПО на кластерных узлах и их конфигурирование.

- SystemImager – свободно распространяемый инструмент для автоматизации установки ОС Linux на машины кластера, работает с устанавливаемым ПО на уровне файлов, а не побитово. Позволяет распределять между машинами ПО и файлы данных, менять конфигурацию и обновлять ОС.

- LCFG – свободно распространяемая система для автоматизации установки и конфигурирования разных версий Unix. LCFG работает быстро и подходит для кластеров с разнообразными и часто меняющимися конфигурациями узлов.

Средства регулярного администрирования кластеров

1. Мониторинг аппаратуры (температура процессора, работа вентилятора, состояние блока питания, и т.п.):

- SNMP-агенты от производителей:
www.cert.org/advisories/CA-2002-03.html#solution
www.kb.cert.org/vuls/id/IAFY-569J8F

- LMSENSORS – программные модули (сенсоры) мониторинга:
www2.lm-sensors.nu/~lm78/
www.lmsensors.com
www.wlug.org.nz/MotherboardMonitoring

2. Мониторинг кластеров с автоматизацией реакций на критические события:

Big Brother - инструмент для мониторинга в реальном времени на базе Web технологий.

Mon - система для мониторинга программных служб и генерации сигнала тревоги при их неработоспособности. Mon легко расширяется и дополняется любыми средствами мониторинга через общий интерфейс
www.kernel.org/software/mon/

3. Мониторинг производительности кластерных систем (визуализация загрузки всех узлов системы в реальном времени):

- Ganglia - свободно распространяемая система, предназначенная для мониторинга вычислительных комплексов, распределенных как в локальной, так и в глобальной сетях. Использует оригинальный сетевой протокол и компактный способ хранения данных мониторинга, что делает ее эффективной, масштабируемой и надежной.
ganglia.sourceforge.net/

- MRTG (Multi Router Traffic Grapher) - свободно распространяемый инструмент для мониторинга загрузки сети. MRTG генерирует HTML страницы с визуализацией сетевого трафика. MRTG создан на базе Perl и Си и работает в средах UNIX и Windows NT.
people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/links.html

4. Возможность выполнения административных команд параллельно на группах кластерных узлов:

- C3 (Cluster Command Control) – свободно распространяемый продукт, представляющий собой набор инструментов для администрирования и поддержки приложений в кластерах с ОС Linux (разработка Oak Ridge National Laboratory). В его состав входят средства для параллельного запуска команд на все или группу кластерных узлов, сбор и распределение файлов, завершение процессов, удаленное отключение или перезапуск машин.
www.csm.ornl.gov/torc/C3/

- WebMin - свободно распространяемый инструмент для системного администрирования в среде Unix на базе Web технологий. WebMin обеспечивает унифицированный интерфейс для выполнения административных действий на различных подмножествах узлов кластера (регистрация пользователей, настройка Apache, DNS, NFS и т.д.).

Кластерные системы управления пакетной обработкой (СУПО). Кластерные системы управления пакетной обработкой, или, как их ещё называют, - менеджеры ресурсов (Resource Manager), кластерные системы управления (Cluster Management System), – это программные продукты, используемые в многопроцессорных комплексах, которые функционируют в режимах пакетной обработки заданий.

Наиболее популярны свободно распространяемые PBS, SGE и Condor, а также коммерческие LoadLeveler и LSF.

Используя СУПО, пользователь работает с единым многопроцессорным вычислительным комплексом в режиме пакетной обработки заданий. Задания помещаются в общую для комплекса очередь, используется единый интерфейс для запуска, модификации, снятия и получения информации о заданиях. СУПО автоматически распределяет задачи по узлам с учетом их загрузки, выполняет и доставляет результаты пользователю.

- PBS - Portable Batch System обеспечивает управление заданиями в пакетном режиме в среде компьютеров с ОС Unix. Сегодня предлагается OpenPBS – свободно распространяемая версия и PBSPro – расширенная коммерческая версия.

Torque (Terascale Open-source Resource and QUEue Manager) – новая версия PBS, разработанная компанией Cluster Resources, Inc. на основе OpenPBS. Система обладает рядом дополнительных усовершенствований:

1) улучшена масштабируемость (работа в среде до 2500 узлов);

2) повышена устойчивость к сбоям (внесены дополнительные проверки);

3) усовершенствован интерфейс планировщика с целью его обеспечения дополнительной и более точной информацией;

4) усовершенствована система записей в log файлах.

- Sun Grid Engine (SGE). Семейство из нескольких различных вариантов СУПО.

Sun Grid Engine - свободно распространяемая версия, предназначенная для управления ресурсами одного проекта или подразделения. Основана на полной централизации обслуживания ресурсов и пользователей. Sun Grid Engine реализуется открытым сообществом разработчиков и спонсируется Sun Microsystems.

Sun Grid Engine, Enterprise Edition (SGEEE) - коммерческая версия, предназначенная для управления ресурсами предприятий и способная обслуживать несколько независимых проектов и групп пользователей.

Системы PBS и SGE примерно равны по своим возможностям и предполагают полное выделение машин под пакетную обработку. Ими поддерживаются сетевые кластеры с однопроцессорными машинами, а также мультипроцессоры SMP и MPP.

- Condor - свободно распространяемый продукт, главной характеристикой данного продукта является то, что выполнение заданий распределяется между компьютерами в моменты, когда у них есть свободное процессорное время. В связи с этим Condor имеет нескольких важных механизмов поддержки контрольных точек, рестарта и миграции заданий. Мощный язык описания ресурсов позволяет достоверно описать требования к типам и объёмам ресурсов со стороны зяданий.

- LoadLeveler - коммерческий программный продукт компании IBM, предназначенный для пакетной обработки последовательных и параллельных (многопроцессорных) заданий на кластерах из вычислительных серверов. Система обеспечивает средства для подготовки, запуска и слежения за заданиями в режиме пакетной обработки в гетерогенной сети компьютеров.

Информация о системе:

publib.boulder.ibm.com/clresctr/windows/public/llbooks.html

www.redbooks.ibm.com/pubs/pdfs/redbooks/sg245522.pdf

- LSF (Load Sharing Facility) - коммерческая кластерная система компании Platform Computing Corporation для управления пакетной обработкой. Отвечает основным требованиям к СУПО: поддерживает очередь заданий, собирает информацию о наличии и занятости ресурсов в кластере, находит компьютеры с подходящими ресурсами для выполнения заданий, поддерживает режимы контрольных точек (checkpointing), миграции заданий и др.

- MAUI - открытый продукт, который отличается большим набором режимов планирования и наличием механизма предварительного резервирования. Данная система управления способна обеспечивать автоматический запуск многопроцессорных заданий, сводя к минимуму простой ресурсов. Реализация основана на мощном алгоритме планирования Backfill.

Интегрированные программные средства для кластеров. Типовыми компонентами интегрированных программных средств для кластерных систем являются:

- Система управления потоком работ (Job Management System, JMS). На данную систему возлагают задачи по расписанию и диспетчеризации работ, она предоставляет средства для описания работ, мониторинга их прохождения и для получения результатов. Позволяет администратору определить правила, которыми руководствуются пользователи, в части распределения, ограничения и резервирования ресурсов. Средствами системы можно собирать статистику нагрузки, для того чтобы оценивать загруженность кластера.

- Система мониторинга кластера (Cluster Monitoring System, CMS). Данные этой системы используются в JMS для поддержки расписания работ. В процессе своего функционирования она собирает технические данные, такие как загруженность процессоров, объем занятой памяти, наличие свободного дискового пространства. Эти сведения администратор кластера использует для обнаружения потенциальных проблем и оптимизации его работы, а обычные пользователи — для отладки своих заданий.

- Библиотеки для параллельной работы. Предоставляют разработчикам приложений средства распараллеливания заданий и синхронизации в процессе их исполнения. Предоставляют возможности использования различных языков параллельного программирования.

- Средства для управления кластером. Основная функция – поддержка процессов установки программного обеспечения в узлах кластера, она же служит для обнаружения ошибок в его работе и для изменения его конфигурации.

- Глобальное пространство процесса. Связывает воедино все узлы кластера.

Кластерные дистрибутивы. Набор перечисленных компонентов по аналогии с операционными системами называют «кластерными дистрибутивами» (cluster distribution). В число наиболее распространенных дистрибутивов входят Rocks, OSCAR, OpenSCE, Scyld Beowulf, Clustermatic, Warewulf, xCAT и Score. Все они построены на основе ОС Linux.

- Rocks

Разработавшее Rocks партнерство National Partnership for Advanced Computational Infrastructure уже не существует, сейчас его поддерживает Rocks Group (www.rocksclusters.org). Дистрибутив Rocks, основанный на Red Hat Linux, использует механизмы этой операционной системы для распространения программного обеспечения по вычислительным узлам кластера. Поддерживается несколько вариантов JMS (SGE, OpenPBS и Condor). Основная задача ROCKS – максимально упростить управление большими кластерными системами в среде Red Hat Linux. Эта задача решается:

- полной автоматизацией процесса установки и конфигурировании гетерогенных узлов кластера;

- использованием только пакетов RPM;

- использованием масштабируемых сервисов (HTTP, DNS, NIS-подобных, и т.д.);

- механизмом мониторинга производительности с использованием системы Ganglia.

Дистрибутив известен своей высокой степенью автоматизации процессов первичной установки, но при этом почти не приспособлен к модернизации. Поэтому в случаях, когда требуется обновление, его приходится устанавливать заново.

- OSCAR

Проект OSCAR (Open Source Cluster Application Resources, http://oscar.openclustergroup.org) разрабатывается общественной организацией Open Cluster Group. Его первоначальный замысел принадлежит Тимоти Мэттсону из лаборатории Аргоннской национальной лаборатории и Стивену Скотту из лаборатории в Окридже, — они стремились создать дистрибутив, который был бы проще во внедрении, чем Beowulf, не требовал серьезных знаний в программировании. Поэтому OSCAR не привязан ни к одной определенной операционной системе, а содержит в себе только необходимые компоненты кластерного программного обеспечения.

OSCAR включает в свой состав пакеты:

- SIS (System Installation Suite) – инструмент для автоматизации установки и конфигурирования ОС Linux на узлы сетевых кластеров (sisuite.org). OSCAR использует этот инструмент для установки своего ПО.

- C3 (Cluster Command Control) – средства для удаленного запуска команд на все или группу кластерных узлов.

- HDF5 (Hierarchical Data Format) – продукт, включающий спецификацию форматов данных и поддержку библиотек (hdf.ncsa.uiuc.edu/HDF5).

- LAM (Local Area Multicomputer) / MPI – инструментальная среда для разработки и испольнения параллельных программ в гетерогенных кластерах (www.lam-mpi.org/).

- OPIUM (OSCAR Password Installer and User Management) – средства для синхронизации учетных записей пользователей и конфигурирования ssh.

- PBS (Portable Batch System) – система управления пакетной обработкой кластера.

- Pfilter – пакет для настройки параметров, влияющих на коммуникации между кластерными машинами и внешней сетью.

- PVM (Parallel Virtual Machine) – программный пакет для поддержки параллельных вычислений в гетерогенных кластерах (www.csm.ornl.gov/pvm/).

- Switcher – пакет, позволяющий при запуске заданий устанавливать переменные среды исполнения (modules.sourceforge.net/).

- OpenSCE

Проект OpenSCE (Open Scalable Cluster Environment, www.opensce.org) поддерживается таиландским Центром высокопроизводительных вычислений и сетей. В отличие от других кластерных дистрибутивов не интегрирует известные компоненты, а целиком построен на своих собственных.

- Scyld

Проект Scyld Beowulf (www.scyld.com) отличается от большинства аналогичных проектов своим коммерческим статусом.

- Clustermatic

Дистрибутив Clustermatic (www.clustermatic.org) разработан в лаборатории кластерных исследований в составе знаменитой Лос-Аламоской национальной лаборатории. По своей логике он ближе всего ко второй версии Beowulf. Все основные компоненты кластерного программного обеспечения устанавливаются на мастер-узлах, на вычислительных узлах есть только загрузочный модуль, операционная система, и Bproc на них подгружаются.

- Warewulf

Проект Warewulf Cluster Project (www.perceus.org) недавно переименован в Perceus. В нем, как в Clustermatic и Scyld Beowulf, использованы технологии виртуализации, минимизирующие объем программного обеспечения, устанавливаемого на вычислительных узлах. Его спонсирует консорциум, в который входят корпорации Intel, IBM, национальная лаборатория Лоуренса в Беркли и ряд других организаций.

- xCAT

Проект xCAT (Extreme Linux Cluster Administration Toolkit, http://xcat.org) Университета штата Индиана ориентирован в первую очередь на кластеры IBM и инструментарий IBM Management Processor Network для управления и мониторинга узлов.

- SCore

Проект SCore, объединяющий в основном японские организации, а также отделения международных компаний, работающих в Японии, поддерживается специально созданной группой PC Cluster Consortium (www.pccluster.org).

- Microsoft и HPC

Выпустив Windows Compute Cluster Server 2003, в 2005 году на путь создания программного обеспечения для кластеров вступила корпорация Microsoft. Разработкой непосредственно руководил Кирилл Фаенов.

В 2008 г. была выпущена бета-версия его преемника – Microsoft Windows HPC Server 2008. Имеющиеся в нем средства централизованного управления существенно упрощают управление и повышают производительность труда операторов. Планировщик заданий, входящий в состав Microsoft HPC Pack, в сочетании с High Performance Computing for Windows Communication Foundation (HPC for WCF) и Microsoft Message Passing Interface (MS-MPI) обеспечивают эффективное распараллеливание работ. Интеграция с операционной системой Windows является гарантией безопасности при обращении к системам хранения данных и доступе к ресурсам кластера с рабочих мест. Наличие средств параллельной отладки приложений в Visual Studio 2005 позволяет интегрировать Windows HPC Server 2008 и MS-MPI с Event Tracing for Windows, открывая возможности для консолидации приложений с передаваемыми из вычислительных узлов сообщениями о событиях, происходящих в сети и в операционных системах.

Кластер состоит из одного мастер-узла и множества вычислительных узлов. Мастер-узел контролирует все ресурсы кластера и осуществляет управление потоком работ, он может использовать Active Directory для обеспечения безопасности учета всех выполняемых операций с привлечением такого инструмента, как Microsoft System Center Operations Manager 2007.

Установка Windows HPC Server 2008 на кластер начинается с установки операционной системы на мастер-узел, затем подключается домен Active Directory, далее запускается пакет Compute Cluster Pack. Последний создает список действий To Do List, определяющий последова-

тельность шагов, необходимых для выбора топологии и последующих процедур развертывания и подключения вычислительных узлов в кластер. Упрощение процедур достигается за счет того, что Windows HPC Server 2008 включает готовые «заготовки узлов» (Node Templates), обеспечивающие простой способ задания желаемой конфигурации вычислительных узлов и предоставляющие простой интерфейс к Windows Deployment Services — средству развертывания кластера в целом или группе его узлов. Работа по развертыванию кластера облегчается тем, что имеется набор диагностических тестов, позволяющих проверить межсоединение узлов, их загрузку, состояние работ, распределенных по всему кластеру.

Варианты топологии. Для объединения разрозненных узлов в кластер Windows HPC Server 2008 поддерживает пять вариантов топологии (это оказывается возможным благодаря тому, что каждый из узлов может содержать до трех сетевых карт, а процесс создания требуемого варианта поддерживается специальным помощником Network Wizard).

- Вычислительные узлы изолированы в частную сеть, в таком случае мастер-узел, имеющий две сетевые карты, обеспечивает трансляцию адресов (network address translation, NAT) между вычислительными узлами, каждый из которых по единственной сетевой карте подключен к частной сети.
- Все узлы подключены и к публичной, и к частной сети, для этого используются по две сетевые карты.
- Вычислительные узлы изолированы в частной сети и сети передачи по MPI. В таком случае мастер-узел использует три сетевые карты: для подключения к публичной, к частной сети и к сети MPI. Мастер-узел осуществляет NAT между публичной сетью и вычислительными узлами, каждый из которых подключен к частной сети и высокоскоростной сети MPI.
- Все узлы подключены к публичной и к частной сети, а также к сети MPI. В таком случае в каждом из них используются все три сетевые карты.
- Все узлы подключены только к публичной сети. Такая ограниченная версия не поддерживается сервисами Windows Deployment Services, при ее выборе операции придется выполнять вручную.

В таблице приведены отличительные характеристики основных программных пакетов.

Характеристики программных пакетов

Программные пакеты	Отличительные характеристики
Rocks	- полная автоматизация процесса установки и конфигурировании гетерогенных узлов кластера; - использование только пакетов RPM; - использование масштабируемых сервисов (HTTP, DNS, NIS-подобных, и т.д.)
OSCAR	OSCAR не привязан ни к одной определенной операционной системе, а содержит в себе только необходимые компоненты кластерного программного обеспечения
Clustermatic	По своей логике он ближе всего ко второй версии Beowulf. Все основные компоненты кластерного программного обеспечения устанавливаются на мастер-узлах, на вычислительных узлах есть только загрузочный модуль, операционная система, и Bproc на них подгружается
Warewulf	Использованы технологии виртуализации, минимизирующие объем программного обеспечения, устанавливаемого на вычислительных узлах
Microsoft	Кластер состоит из одного мастер-узла и множества вычислительных узлов. Мастер-узел контролирует все ресурсы кластера и осуществляет управление потоком работ, он может использовать Active Directory для обеспечения безопасности учета всех выполняемых операций

Заключение. Проведенный анализ существующего программного обеспечения значительно упрощает процесс создания и поддержки кластерных систем.

Библиографический список

1. Официальный сайт фирмы-производителя ПО мониторинга кластеров. Электрон. ресурс. Режим доступа: http: bb4.com.

2. Глобальный ресурс открытой энциклопедии Wikipedia. Электрон.ресурс. Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki.

3. Официальный сайт фирмы-разработчика ПО системного мониторинга аппаратуры. Электрон. ресурс. Режим доступа: http: //www.cert.org/advisories/CA-2002-03.html#solution; www.kb.cert.org/vuls/id/IAFY-569J8F; www.lm-sensors.nu/~lm78; www.lmsensors.com; www.wlug.org.nz/MotherboardMonitoring.

4. Глобальный ресурс программного обеспечения с открытым исходным кодом. Электрон. ресурс. Режим доступа: http: www.kernel.org/software/mon/.

5. Сайт разработчика свободно распространяемой системы ganglia. Электрон. ресурс. Режим доступа: http: ganglia.sourceforge.net/.

6. Сайт разработчика свободно распространяемой системы Multi Router Traffic Grapher. Электрон. ресурс. Режим доступа: http: http://tobi.oetiker.ch/hp/.

7. Сайт разработчика свободно распространяемой системы luster Command Control. Электрон. ресурс. Режим доступа: http: www.csm.ornl.gov/torc/C3/.

8. Сайт обобщенной информации о системе программного обеспечения. Электрон. ресурс. Режим доступа: http: www.clusterresources.com.

Материал поступил в редакцию 01.10.09.

A.A. AL-KHULAIDI, N.N. SADOVOY

ANALYSIS OF EXISTING SOFTWARE PACKAGES IN THE CLUSTER SYSTEMS

The existing software packages in the cluster systems are analyzed. The characteristics of clusters and cluster distributives are given, topological variants are considered, distinctive characteristics of the main software packages are determined.

Keywords: cluster, batch control system, scheduler, monitoring.

АЛЬ-ХУЛАЙДИ АБДУЛМАДЖИД АХМЕД (р.1983), аспирант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» ДГТУ по научной специальности 05.13.01«Системный анализ, управление и обработка информации». Окончил ДГТУ (2008) по специальности «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».
Научные интересы: вычислительные сети, распределенные вычислительные системы, анализ и синтез телекоммуникационных сетей. Автор 4 научных работ.

abdulmajed_83@mail.ru

САДОВОЙ Николай Николаевич (р. 1950), кандидат технических наук (1987), доцент (1989) кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» ДГТУ. Окончил Таганрогский радиотехнический институт (1973). Область научных интересов: автоматизированное распознавание образов, нейронные сети. Имеет более 40 научных публикаций.

nnsadovoy@mail.ru

УДК 621.371.537.86

А.П. ЗВЕРЕВ

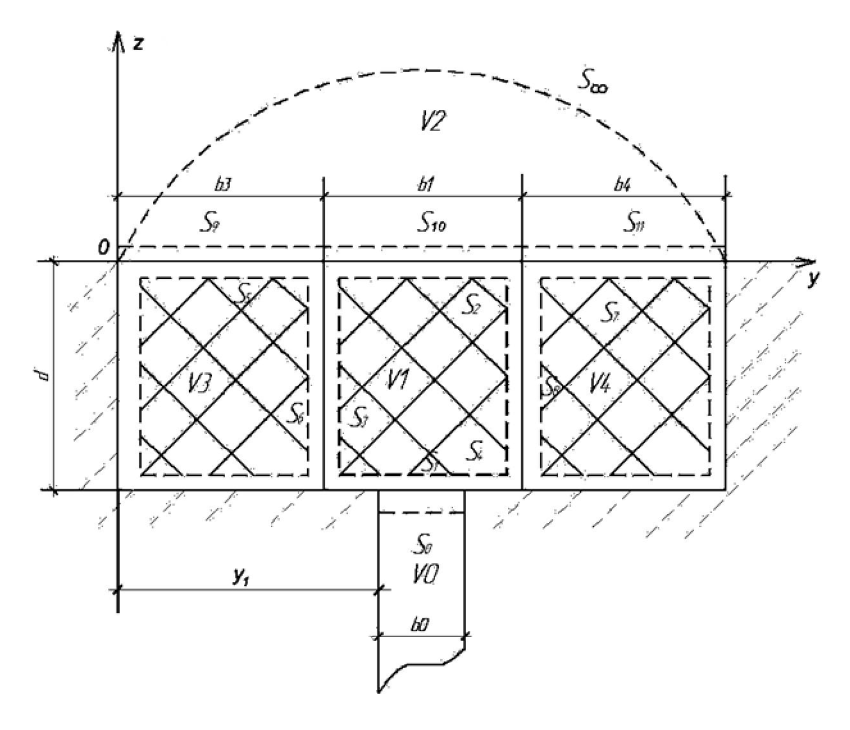
ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ПОЛЕЙ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЧАСТИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ

В статье показана возможность уменьшения вычислительных затрат при решении граничных задач за счет рационального представления функций Грина. На примере решения задачи электродинамического анализа проиллюстрирована возможность оптимальной алгебраизации математических соотношений.
***Ключевые слова**: рупорный излучатель, продольно-слоистое заполнение, метод Галеркина, интегрирование.*

Введение. При решении граничных задач могут возникнуть вычислительные сложности, связанные с особенностями математического представления соответствующих функций, описывающих волновые процессы, протекающие в системе.

Постановка задачи. На примере решения задачи электродинамического анализа ступенчатого рупора с продольно-слоистым диэлектрическим заполнением проиллюстрирована возможность уменьшения вычислительных затрат за счет рационального представления функции Грина (поля вспомогательного источника).

Уменьшение вычислительных затрат при решении граничной задачи. В рассматриваемой модели излучателя (рисунок) слои диэлектрика (области V1, V3, V4) являются замкнутыми областями, а свободное полупространство (область V2) и полубесконечный волновод (область V0) – полуоткрытыми областями.



Модель рупорного излучателя

В соответствии с методом частичных областей [1] полагаем, что каждая частичная область электромагнитно изолирована, сторонние источники в областях отсутствуют, а возбуждение областей осуществляется эквивалентными токами, распределенными на поверхностях, ограничивающих области. Накладываем на тангенциальные компоненты электрического поля вспомогательного источника условие равенства нулю на поверхности, ограничивающей область. Тогда по-

ле в частичной области возбуждается эквивалентным магнитным током. Поскольку на идеально проводящих участках поверхности, ограничивающей область, касательная составляющая вектора $\overline{E}$ равна нулю, эквивалентные магнитные токи, пропорциональные $\overline{E}$, отличны от нуля только на неметаллизированных участках поверхности:

$$\overline{b}\overline{H}(p)=\int\limits_{S}\overline{j}^{\,м}(q)\overline{H}^{\,м}(p,q)dS_q. \qquad (1)$$

Здесь $\overline{H}^{\,м}(p,q)$ – возбуждаемые в точке *p* векторы напряженности магнитного поля вспомогательного магнитного источника (пропорциональные функции Грина данной области), расположенного в точке q, находящейся на поверхности, ограничивающей область; $\overline{j}^{\,М}(q)$ – эквивалентный магнитный поверхностный ток.

$$\overline{j}^{\,М}=\left[\overline{n},\overline{E}(q)\right], \qquad (2)$$

где $\overline{n}$ - внешняя нормаль к поверхности S, ограничивающей область; $\overline{E}(q)$ - вектор напряженности электрического поля в точке q; $\overline{b}$ - единичный вектор, вдоль которого ориентирован вспомогательный магнитный диполь.

Полагаем, что излучатель возбуждается волнами типа Т, набегающими по волноводу (область V0) из минусбесконечности. В связи с этим в системе существуют только следующие составляющие электромагнитного поля: H_x, E_y, E_z.

Для примера запишем представление для составляющей H_x магнитного поля в области V1. Принимая во внимание совпадение смежных поверхностей S_3, и S_6, S_4, и S_8, S_2, и S_{10}, а также совпадение неметаллизированного участка поверхности S_1 с S_0, имеем в точке наблюдения (p_{V1}) частичной области V1:

$$\begin{aligned}H_{x_{V1}}(p_{V1})=&\int\limits_{S_0}E_{y_{V0}}(q_{S_0})H^{м}_{x_{V1}}(p_{V1},q_{S_0})dS_0-\\&-\int\limits_{S_2}E_{y_{V1}}(q_{S_2})H^{м}_{x_{V1}}(p_{V1},q_{S_2})dS_2-\\&-\int\limits_{S_6}E_{z_{V3}}(q_{S_6})H^{м}_{x_{V1}}(p_{V1},q_{S_6})dS_6+\\&+\int\limits_{S_8}E_{z_{V4}}(q_{S_8})H^{м}_{x_{V1}}(p_{V1},q_{S_8})dS_8.\end{aligned} \qquad (3)$$

Здесь $E_{y_{V0}}$, $E_{y_{V1}}$, $E_{z_{V3}}$, $E_{z_{V4}}$ - тангенциальные составляющие электрического поля областей V0,V1,V3 и V4 в точках $q_{S_0,}\, q_{S_2}, q_{S_6}\, и\, q_{S_8}$ поверхностей S_0, S_2, S_6 и S_8, ограничивающих область V1.

Учитывая, что каждую поверхность можно рассматривать как плоскость, перпендикулярную продольной оси волновода (направленного по осям *y* либо *z*), составляющие электрического поля целесообразно представлять в виде поперечных компонент электрического поля соответственно ориентированного волновода [1, 2].

Аналогичным образом можно представить поля в областях V2, V3 и V4.

Поле в области V0 представлялось в виде разложения по системе волноводных гармоник.

Для обеспечения единственности решения электродинамической задачи необходимо приравнять тангенциальные составляющие магнитного поля смежных областей на границах их раздела, т.е. совместить точки наблюдения на границах раздела смежных областей. В результате получим систему интегральных уравнений, которая в операторном виде представлена следующим образом:

$$\begin{cases} H_{x_{V2}}(y',z'=0)=H_{x_{V1}}(y',z'=0), \\ H_{x_{V2}}(y',z'=0)=H_{x_{V3}}(y',z'=0), \\ H_{x_{V2}}(y',z'=0)=H_{x_{V4}}(y',z'=0), \\ H_{x_{V1}}(y'=b_3,z')=H_{x_{V3}}(y'=b_3,z'), \\ H_{x_{V1}}(y'=b_3+b_1,z')=H_{x_{V4}}(y'=b_3+b_1,z'), \\ H_{x_{V1}}(y',z'=-d)=H_{x_{V0}}(y',z'=-d), \end{cases} \qquad (4)$$

где штрихованные y' и z' обозначают координаты точек наблюдения.

Таким образом, приравниваются как тангенциальные магнитные, так и тангенциальные электрические компоненты полей смежных областей.

Решение системы интегральных уравнений выполнялось методом Галеркина.

Для конкретизации представления полей $H_x^м(p,q)$ в частичных областях необходимо решить задачу о возбуждении соответствующей частичной области бесконечной нитью магнитного стороннего тока, ориентированной вдоль оси *Ox* и имеющей единичную амплитуду и нулевую фазу. Решение производится в два этапа.

На первом этапе решается задача о возбуждении плоского волновода. Решение неоднородных уравнений Максвелла сводится к решению неоднородного уравнения Гельмгольца для комплексных амплитуд магнитного векторного потенциала $\overline{A}^M$ [2]. Вектор напряженности магнитного поля выражается через векторный потенциал. Решение уравнения Гельмгольца представлялось в виде разложения в ряд Фурье для волны, бегущей в направлении оси *z* (первый волновод) и оси *y* (второй волновод):

$$A_{x_в}^м(y,z)=\frac{1}{b_1}\sum_{p=0}^{\infty}\varepsilon_P\gamma_{1p}^{-1}\cos(p\pi b_1^{-1}y)\cos(p\pi b_1^{-1}y')\exp\left[\pm\gamma_{1p}(z-z')\right], \qquad (5)$$

$$A_{x_{Гв}}^м(y,z)=\frac{1}{d}\sum_{p=0}^{\infty}\varepsilon_P\gamma_{1Гp}^{-1}\cos(p\pi d^{-1}z)\cos(p\pi d^{-1}z')\exp\left[\pm\gamma_{1Гp}(y-y')\right]. \qquad (6)$$

Здесь:

$$\gamma_{1Г_p}=\sqrt{\left(\frac{p\pi}{d}\right)^2-\varepsilon_1}; \quad \gamma_{1p}=\sqrt{\left(\frac{p\pi}{b_1}\right)^2-\varepsilon_1};$$

$$\varepsilon_P=\begin{cases}1 & \text{при} \quad p=0 \\ 2 & \text{при} \quad p\neq 0.\end{cases}$$

Нештрихованные *y* и *z* соответствуют координатам источников.

На втором этапе к полученному выше решению неоднородного уравнения добавляется решение однородного уравнения Гельмгольца. Это решение для каждой парциальной волны содержит два неизвестных коэффициента :

$$A_x^м одн=\frac{1}{2b_1}\sum_{p=0}^{\infty}\varepsilon_p\gamma_{1p}^{-1}(E_{1p}e^{-\gamma_{1p}z}+E_{2p}e^{\gamma_{1p}z})\cos\cdot(p\pi b_1^{-1}y)\cos\cdot(p\pi b_1^{-1}y'); \qquad (7)$$

$$A_{x_Г}^м одн=\frac{1}{2d}\sum_{p=0}^{\infty}\varepsilon_p\gamma_{1Гp}^{-1}(E_{3p}e^{-\gamma_{1Гp}y}+E_{4p}e^{\gamma_{1Гp}y})\cos\cdot(p\pi d^{-1}z)\cos\cdot(p\pi d^{-1}z'). \qquad (8)$$

Неизвестные коэффициенты E определяются из граничных условий для тангенциальных составляющих напряженности электрического поля на торцевых стенках резонатора. В результате получим следующие выражения для магнитного поля вспомогательного источника резонатора

(областьV1), образованного из волновода, в котором распространяется волна в направлении оси *z* или *y* (резонатор с продольным направлением по оси *z* или *y*):

$$H^{м}_{x_{V1}} = -i\varepsilon_1 \frac{1}{b_1} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_p}{\gamma_{1p} sh(\gamma_{1p} d)} \cos\left[\frac{p\pi}{b_1}(y'-b_3)\right] \cos\left[\frac{p\pi}{b_1}(y-b_3)\right] \times$$
$$\times \begin{cases} ch(\gamma_{1p} z) ch\left[\gamma_{1p}(d+z')\right] \text{ при } z' < z \\ ch(\gamma_{1p} z') ch\left[\gamma_{1p}(d+z)\right] \text{ при } z' > z; \end{cases} \quad (9)$$

$$H^{м}_{x_{V1}} = -i\varepsilon_1 \frac{1}{d} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_p (-1)^p}{\gamma_{1\Gamma_p} sh(\gamma_{1\Gamma_p} b_1)} \cos\left[\frac{p\pi}{d} z'\right] \cos\left[\frac{p\pi}{d} z\right] \times$$
$$\times \begin{cases} ch(\gamma_{1\Gamma_p}(y-b_3)) ch\left[\gamma_{1\Gamma_p}(y'-b_3-b_1)\right] \text{ при } y' > y \\ ch(\gamma_{1\Gamma_p}(y'-b_3)) ch\left[\gamma_{1\Gamma_p}(y-b_3-b_1)\right] \text{ при } y' < y. \end{cases} \quad (10)$$

Таким образом, соотношения для полей вспомогательных источников могут быть представлены различными выражениями.

Выбор выражения для поля вспомогательного источника целесообразно увязывать с видом представления эквивалентного тока, распределённого на конкретной поверхности, охватывающей область. Рассмотрев два варианта представления полей вспомогательных источников, установили, что более предпочтительным является такое представление поля вспомогательного источника, которое характерно для резонатора с продольным направлением, совпадающим с продольным направлением волновода, через поперечные составляющие электрического поля которого выражается эквивалентный поверхностный ток, входящий в подынтегральные выражения.

Проведем вывод коэффициентов, описывающих связь гармоник поверхностного тока на S_0, с гармониками поверхностного тока, распределенными на поверхности S_3, при сшивании полей областей V0 и V1 по границе раздела S_0. Эта группа коэффициентов вычисляется после соответствующих преобразований третьего слагаемого правой части выражения (3). При применении метода Галеркина в качестве весовых функций использованы базисные функции разложения поверхностных токов на поверхности S_0: $\cos\left[\frac{m_0'\pi}{b_0}(y'-y_1)\right]$, базисные функции на поверхности S_3 имеют вид $\cos\left[\frac{m_{3\Gamma}\pi}{d} z\right]$, где $m_{3\Gamma}$ - номера гармоник волновода, ориентированного вдоль оси y, а m_0' - номер весовой гармоники. В соответствии с методом Галеркина после умножения интегрального уравнения, определяющего связь поля возбуждающего волновода (область V0) с полем в области V1 (см. шестое уравнение системы (4)) на весовые функции, производится интегрирование по точкам наблюдения.

В первом случае при выводе коэффициентов используем выражение для поля вспомогательного источника резонатора с продольным направлением по оси *z*. Точки наблюдения при этом имеют координаты *y'*, *z'* = – *d*, точки источников – $y = (b_3, z)$. Подставляем выражения для электрического поля и поля вспомогательного источника при условии, что *z'*<*z*. В результате получим следующее выражение:

$$C10L^{m_0'}_{m_{3\Gamma}} = \int_{y_1}^{y_1+b_0} \cos\left[\frac{m'_0\pi}{b_0}(y'-y_1)\right] \int_{-d}^{0} \left(-\frac{1}{i\varepsilon_3}\right) \sum_{m_{3\Gamma}}^{\infty} \gamma_{3\Gamma m_{3\Gamma}} \cos\left(\frac{m_{3\Gamma}\pi}{d} z\right) \times$$
$$\times (-i\varepsilon_1) \frac{1}{b_1} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_p}{\gamma_{1p} sh(\gamma_{1p} d)} \cos\left[\frac{p\pi}{b_1}(y'-b_3)\right] ch(\gamma_{1p} z) dz dy'. \quad (11)$$

После вычисления интегралов получим:

$$C10L_{m_{3\Gamma}}^{m'_0} = \frac{\varepsilon_1 \gamma_{3\Gamma_{m3\Gamma}}}{\varepsilon_3 b_1}(-1)^{m_{3\Gamma}} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_p}{\gamma_{1p}^2 + \left(\frac{m_{3\Gamma}\pi}{d}\right)} F1, \qquad (12)$$

где

$$F1 = \begin{cases} \dfrac{\frac{p\pi}{b_1}}{\left(\frac{m'_0\pi}{b_0}\right)^2 - \left(\frac{p\pi}{b_1}\right)^2} \left\{ (-1)^{m'_0} \sin\left[\frac{p\pi}{b_1}\left(b_3 - y_1 - b_0\right)\right] - \sin\left[\frac{p\pi}{b_1}\left(b_3 - y_1\right)\right] \right\} & \text{при } \dfrac{p\pi}{b_1} \neq \dfrac{m'_0\pi}{b_0}, \\ \dfrac{b_0}{2}\cos\left[\frac{p\pi}{b_1}\left(b_3 - y_1\right)\right] & \text{при } \dfrac{p\pi}{b_1} = \dfrac{m'_0\pi}{b_0} \neq 0, \\ b_0 & \text{при } \dfrac{p\pi}{b_1} = \dfrac{m'_0\pi}{b_0} = 0. \end{cases}$$

Во втором случае используем выражение для поля вспомогательного источника резонатора с продольным направлением по оси *y*. Исходное выражение для коэффициента $C10L_{m_{3\Gamma}}^{m'_0}$ в этом случае запишется:

$$C10L_{m_{3\Gamma}}^{m'_0} = \int_{y_1}^{y_1+b_0} \cos\left[\frac{m'_0\pi}{b_0}(y' - y_1)\right] \times \int_{-d}^{0} \left(-\frac{1}{i\varepsilon_3}\right) \sum_{m_{3\Gamma}=0}^{\infty} \gamma_{3\Gamma m_{3\Gamma}} \cos\left(\frac{m_{3\Gamma}\pi}{d} z\right) \times$$

$$\times\left(-i\varepsilon_1\right) \frac{1}{d} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_p (-1)^p}{\gamma_{1\Gamma_p} sh\left(\gamma_{1\Gamma_p} b_1\right)} \cos\left(\frac{p\pi}{d} z\right) \times ch\left[\gamma_{1p\Gamma}\left(y' - b_3 - b_1\right)\right] dzdy'. \qquad (13)$$

После интегрирования:

$$C10L_{m_{3\Gamma}}^{m'_0} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3} \gamma_{3\Gamma m_{3\Gamma}} \frac{\varepsilon_{m_{3\Gamma}}}{sh\left(\gamma_{1\Gamma m_{3\Gamma}} b_1\right)} \frac{1}{\gamma_{1\Gamma m_{3\Gamma}}^2 + \left(\frac{m'_0\pi}{b_0}\right)^2} (-1)^{m_{3\Gamma}} \times$$

$$\times\left\{ (-1)^{m'_0} sh\left[\gamma_{1\Gamma m_{3\Gamma}}\left(y_1 + b_0 - b_3 - b_1\right)\right] - sh\left[\gamma_{1\Gamma m_{3\Gamma}}\left(y_1 - b_3 - b_1\right)\right] \right\} F1, \qquad (14)$$

где

$$F1 = \begin{cases} 1 & \text{при } m_{3\Gamma} = 0; \\ \frac{1}{2} & \text{при } m_{3\Gamma} \neq 0; \end{cases}$$

$$\varepsilon_{m_{3\Gamma}} = \begin{cases} 1 & \text{при } m_{3\Gamma} = 0; \\ 2 & \text{при } m_{3\Gamma} \neq 0; \end{cases}$$

$$\gamma_{3\Gamma m_{3\Gamma}} = \sqrt{\left(\frac{m_{3\Gamma}\pi}{d}\right)^2 - \varepsilon_3}.$$

Аналитические выражения для вычисления коэффициента $C10L_{m_{3Г}}^{m'_0}$ различны. Соотношение (12) включает в себя суммирование в бесконечном пределе по индексу *p*, в то время как соотношение (14) позволяет вычислять значение коэффициентов непосредственно. Однако численные значения коэффициентов, вычисленные по соотношению (12), при увеличении числа членов суммирования по индексу *p* стремятся к численному значению коэффициентов, вычисленных по (14).

В таблице приведены значения коэффициентов $C10L_{m_{3Г}}^{m'_0}$ при различных m'_0 и $m'_{3Г}$, вычисленные по соотношению (12) при учёте разного количества слагаемых ряда по *p*. В последней справа колонке таблицы приведены значения коэффициентов, рассчитанные по соотношению (14). Расчеты проводились при следующих параметрах излучающей системы (см.рисунок): b_0=0,30π, b_1=b_3=b_4=0,23π, *d*=0.8π, ε_0=1, ε_1=3, ε_2=1, ε_3=ε_4=3, y_1 = 0.195π.

Значения коэффициентов $C10L_{m_{3Г}}^{m'_0}$

P	10	50	100	150	500	$C10L_{m_{3Г}}^{m'_0}$
$C_{m_{3Г}=0}^{m'_0=0}$	0,00000000- -0,538781237j	0,00000000- -0,539275190j	0,00000000- -0,539281207j	0,00000000- -0,539281753j	0,00000000- -0,539281752j	0,00000000- -0,539281752j
$C_{m_{3Г}=2}^{m'_0=0}$	0,233486849+ +0,00000000j	0,232470465+ +0,00000000j	0,232457916+ +0,00000000j	0,232456777+ +0,00000000j	0,232456780+ +0,00000000j	0,232456780+ +0,00000000j
$C_{m_{3Г}=0}^{m'_0=1}$	0,00000000+ +0,236506601 j	0,00000000+ +0,236143398j	0,00000000+ +0,236137785j	0,00000000+ +0,236137316j	0,00000000+ +0,236137353j	0,00000000+ +0,236137353j
$C_{m_{3Г}=2}^{m'_0=1}$	0,129104918+ +0,00000000j	0,1283556224+ +0,00000000j	0,128344520+ +0,00000000j	0,128343542+ +0,00000000j	0,128343619+ +0,00000000j	0,128343619+ +0,00000000j

Как следует из таблицы, при увеличении числа членов ряда по *p* в выражении (12) значения коэффициента $C10L_{m_{3Г}}^{m'_0}$ стремятся к значениям, вычисленным по выражению (14). Для выбранных размеров излучающей системы совпадение значений коэффициентов в пятом знаке после запятой имеет место при *p*>100. При увеличении размера b_1 совпадение значений с заданной точностью наступает при учёте меньшего количества слагаемых в выражении (12).

Выводы. Результаты вычисления подобных элементов блочной матрицы показали, что численные значения коэффициентов, рассчитанные по соотношениям (12) и (14), совпадают. При этом совершенно очевидно снижение вычислительных затрат в случае использования поля вспомогательного источника резонатора с продольным направлением, совпадающим с продольным направлением волновода, по поперечному размеру которого производится интегрирование. Это обусловлено тем, что хотя соотношения для расчета коэффициентов имеют один порядок сложности, но в одном случае (см. формулу (14)) вычисления производятся один раз, а в другом случае (см. формулу (12)) – сотни раз.

Библиографический список

1. Марков Г.Т. Электродинамика и распространение радиоволн / Г.Т. Марков, Б.М. Петров, Г.П. Грудинская. – М.: Советское радио, 1979. – 373 с.

2. Марков Г.Т. Тензорные функции Грина прямоугольных волноводов и резонаторов / Г.Т. Марков, Б.А. Панченко // Изв. вузов. Радиотехника. – 1964. – Т.7. – № 1. – С. 34-41.

Материал поступил в редакцию 04.03.10.

A.P. ZVEREV

SELECTION FEATURES OF THE FIELDS REPRESENTATION FOR THE ADDITIONAL SOURCES OF THE PARTIAL DOMAINS

The possibility to decrease the computational expenditures when solving the boundary problems at the expense of the rational representation of the Green's functions is shown in the article. The capability of more optimal algebralization of the mathematical relations is illustrated on the example of solving the problem of the electro-dynamical analysis.
Keywords: horn radiator, layered filling, Galerkin's method, integration.

ЗВЕРЕВ Алексей Петрович (р. 1962). Начальник связи Ростовского военного института ракетных войск. Кандидат технических наук (2005). Окончил Ростовский военный институт ракетных войск в 1984 году.
Область научных интересов: математические методы моделирования волноводных антенных решеток с укрытиями, прикладная электродинамика, техника средств связи военного назначения.
Имеет 42 научные публикации.

evgmensh@yandex.ru

УДК 681.51

А.А. КРАСНОЩЁКОВ

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ ОДНОСЛОЙНЫМИ ИМПУЛЬСНЫМИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ С ДИНАМИЧЕСКИ ФОРМИРУЕМЫМИ СИНАПТИЧЕСКИМИ ТЕРМИНАЛАМИ

Предложен усовершенствованный метод построения и обучения однослойных импульсных нейронных сетей. Разработанный метод позволяет применять однослойные импульсные нейронные сети, кодирующие каждое измерение входных данных одним нейроном входного слоя, для распознавания разномасштабных и пересекающихся кластеров при обучении «без учителя». Представленный подход позволяет получить приемлемую точность классификации и способность распознавания сложных кластеров данных при значительно упрощённой структуре нейронной сети.
Ключевые слова: *импульсные нейронные сети, классификация данных, Хеббовское обучение, обучение "без учителя".*

Введение. В классических [1, 2] моделях построения искусственных нейронных сетей значение функции активации нейрона φ (выходной сигнал) ассоциируется с частотой генерации импульсов. Таким образом, значение *y* функции активации нейрона *k* (рис.1), являясь нелинейным преобразованием взвешенной суммы его входных значений $y_k = \varphi\left(\sum_{j=1}^{m} w_{kj} x_j\right)$, определяет частоту генерации импульсов данным нейроном в ответ на входной вектор $\vec{x} = (x_1, x_2, ..., x_m)$.

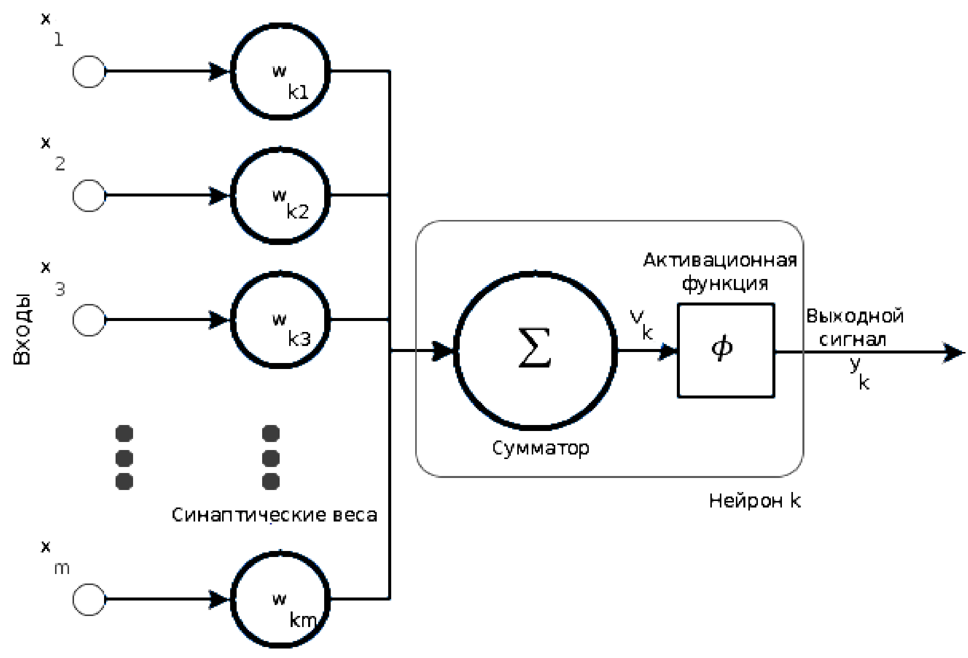


Рис.1. Модель нейрона: $x_j, j \in [1, m]$ – входные сигналы;
$w_{kj}\ j \in [1, m]$ – веса синапсов; v_k – взвешенная сумма x_j; φ – функция активации

Описанный подход к определению принципа функционирования нейрона применяется в первых двух поколениях нейронных сетей [3] (1-е поколение: многослойный персептрон, сети

Хопфилда, машины Больцмана; 2-е поколение: сети прямого распространения, рекуррентные сети, радиально-базисные сети).

В настоящее время нарастающей тенденцией становится использование импульсных нейронных сетей [2, 4, 5] (*spiking neural networks*), сетей 3-го поколения, являющихся более адекватными с точки зрения нейробиологического моделирования [4, 6]. В рамках этого типа сетей вычисления производятся уже на уровне отдельных импульсов, а не средней частоты их генерации. Таким образом, понятие функции активации заменяется понятием модели импульсного ответа *(spike response function)* , модели изменения потенциала нейрона во времени.

Итак, импульсная сеть представляет собой сеть прямого распространения с несколькими терминалами в каждой синаптической связи (рис.2).

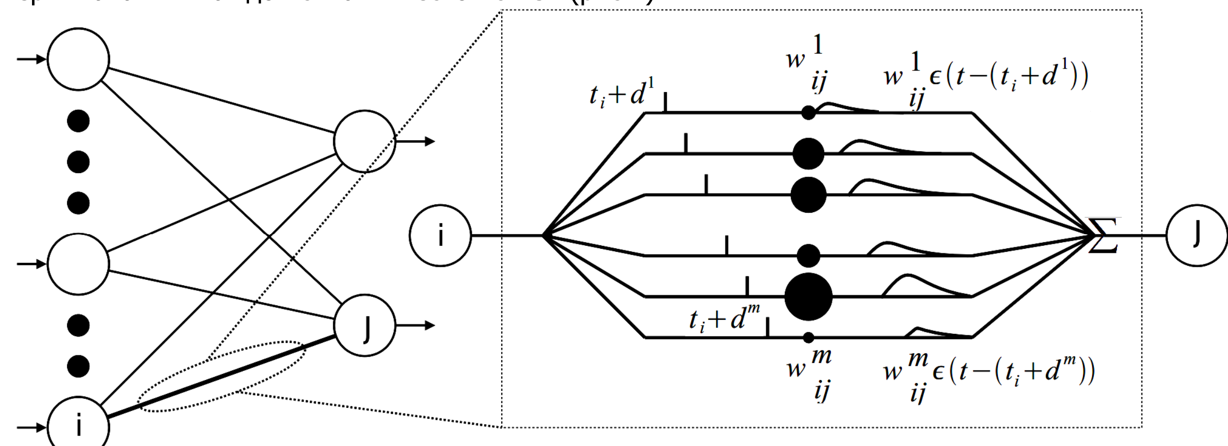


Рис.2. Каждый синапс состоит из множества терминалов с различной задержкой, таким образом, влияние нейрона i на потенциал нейрона j в момент времени t равен $\sum_{k=1}^{m} w_{ij}^{k}\varepsilon\left(t-\left(t_i+d^m\right)\right)$, где m – количество терминалов; w_{ij}^{k} – вес терминала k; d^k – задержка терминала k, t_i – время генерации импульса нейроном i; ε(Δt) – функция изменения потенциала (spike response function) нейрона [7]

Входной вектор кодируется во времени и подаётся на вход сети в виде импульсов, которые, следуя по синаптическим связям, передаются сети с разными временными задержками. Каждый полученный импульс может повысить или понизить потенциал нейрона. Нейрон, получив определённое количество импульсов и достигнув заданного уровня активации (значения внутренней переменной - потенциала), генерирует импульс, который передаётся далее по сети.

Таким образом, вычисления проводятся на уровне отдельных импульсов, а механизм взаимодействия нейронов основывается на временном домене. Более подробно импульсные сети описаны в работах [4,5,7].

Идея использования импульсных нейронных сетей для классификации данных «без учителя» была предложена Хопфилдом [8]. В [9] был предложен обучающий алгоритм, который использует временное кодирование входного вектора в задержки синаптических терминалов для нахождения центров многомерных кластеров данных. В работе Бохте [7]· доказывается, что данный метод имеет ряд недостатков и предлагается его следующая итерация с использованием концепции локальных полей (*local respective fields*), основанная на принципах действия биологических нейронов.

В данной работе рассмотрен частный случай применения импульсных сетей – однослойная импульсная нейронная сеть для кластеризации данных. Предложен алгоритм построения и обучения этого типа сети, основанный на динамически формируемых синаптических терминалах и адаптивном Хеббовском обучении [1]. Целью создания алгоритма является получение соизме-

римой алгоритму Бохте точности классификации при значительно меньшем количестве используемых нейронов.

Постановка задачи. Рассмотрим принцип кодирования входных векторов данных в однослойной импульсной нейронной сети, в частности, случай кодирования векторов напрямую во временной домен и случай кодирования с применением концепции локальных полей.

При обоих типах кодирования входных данных (рис.3) используется однослойная сеть прямого распространения со множеством терминалов на каждый синапс. Как уже было сказано во введении, нейрон генерирует импульс, когда его потенциал (внутреннее состояние) пересекает определённый предел υ. Соотношение между полученными импульсами и изменением потенциала нейрона описывается моделью импульсного ответа (*spike response model*).

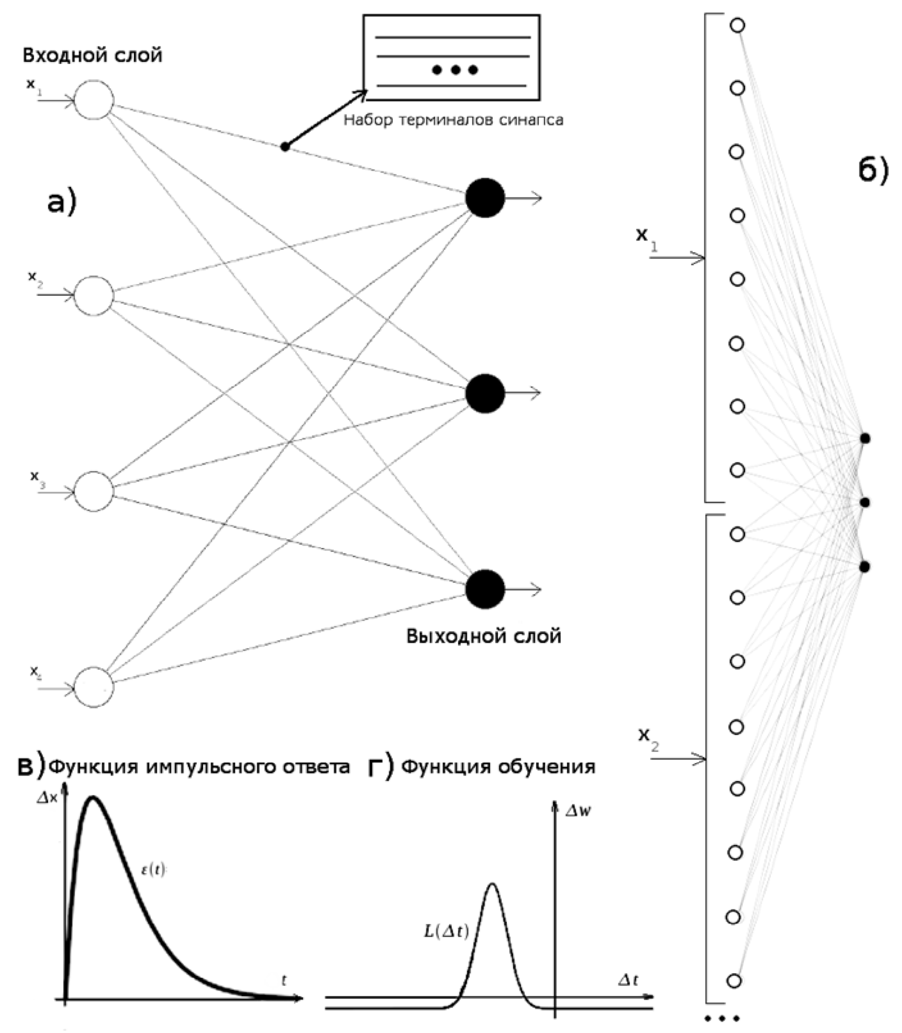


Рис.3. Структура сети: а – нейросеть, проецирующая 4-мерные входные данные на три кластера; б – нейросеть, выполняющая то же преобразование с использованием концепции локальных полей; в – функция импульсного ответа; г – функция обучения

Потенциал нейрона *j* (см.рис.2) представляется в общем виде

$$x_j(t) = \sum_{i \in \Gamma_j} \sum_{k=1}^{m} w_{ij}^{k} y_{ij}^{k}(t), \tag{1}$$

где Γ_j – множество нейронов, предшествующих *j*; w^k – вес терминала *k* синапса между нейронами *i* и *j*; y^k – невзвешенный вклад терминала *k* в состояние потенциала нейрона,

$$y_i^k(t) = \varepsilon\left(t - t_i - d^k\right), \tag{2}$$

d^k – задержка терминала *k*; t_i – время генерации импульса нейроном *i*; ε – функция импульсного ответа (см.рис.3,в),

$$\varepsilon(t) = \frac{t}{\tau} e^{1-\frac{t}{\tau}}, \tag{3}$$

$t>0$, τ – константа, определяющая время угасания импульса.

Входные векторы данных кодируются в веса синапсов (терминалов) с применением временного варианта обучения Хебба, после чего время генерации импульса конкретным нейроном отражает расстояние между входным вектором и вектором, на который настроен нейрон (тем самым реализуя временной вариант радиально-базисного нейрона). Для схемы обучения "без учителя" используется правило "победитель получает всё" - на каждой итерации изменяются веса только одного нейрона, первым сгенерировавшего импульс.

Временной вариант обучения Хебба предполагает положительное изменение веса терминала, если он передал нейрону входной импульс непосредственно перед генерацией выходного импульса, т.е. повлиял на него, и отрицательное – в противном случае. Вес каждого терминала, предшествующего нейрону-победителю, изменяется по следующей формуле (см.рис.3,г):

$$\Delta w_{ij}^k = \eta L(\Delta t) = \eta(1-b)e^{\frac{-(\Delta t - c)^2}{\beta}} + b, \tag{4}$$

где Δw^k – изменение веса *k* после обучения нейрона *i*; η – температура обучения; β – ширина положительной части функции; *b* – максимальное значение уменьшения веса терминала; *c* – центр обучающей функции.

Таким образом, сеть синхронизируется, и каждый нейрон настраивается на определённый кластер.

При кодировании входного вектора напрямую во временной домен каждый его компонент отображается на дискретный временной интервал $T=\{1,2,...,n\}$ и подаётся на входной нейрон в момент времени $t \in T$. Этот простой способ кодирования применим в случае распознавания непересекающихся кластеров данных.

Для выявления пересекающихся кластеров в работе [7] предлагается кодировать компоненты вектора популяциями нейронов. Целью данного подхода является повышение точности распознавания за счёт преодоления минимальной дискретной разрешающей способности терминалов.

Оптимально стимулированный нейрон в популяции, отвечающий за определённый компонент входного вектора, генерирует импульс в момент времени, близкий к 0, его соседи - с большей задержкой, а наименее стимулированные нейроны произведут импульс только в момент времени 9 (рис.4).

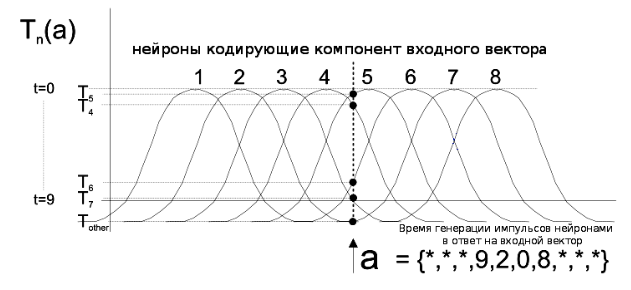


Рис.4. Графическое представление концепции локальных полей: $T_n(A)$ – время генерации импульса нейроном входного слоя (на рис. представлены 8 нейронов, остальные отмечены как other)

Для компонента входного вектора n с минимальным значением I_{min}^{n} и максимальным значением I_{max}^{n} и *m* нейронов популяции время генерации импульса нейроном $i \in [1..m]$ определяется с помощью функции Гаусса:

$$t_i = e^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}, \quad (5)$$

где

$$b = I_{min}^{n} + \frac{2i-3}{2}\frac{\{I_{max}^{n} - I_{min}^{n}\}}{m-2}, m > 2; \quad (6)$$

$$c = \frac{1}{\gamma}\frac{\{I_{max}^{n} - I_{min}^{n}\}}{m-2}. \quad (7)$$

Данный метод точно распознаёт сложные кластеры, например, на наборе данных Фишера достигнута средняя точность классификации в 92,6% [7].

Для получения соизмеримой точности при распознавании сложных кластеров без усложнения архитектуры (применения локальных полей нейронов, использования многослойной архитектуры) предлагается следующий алгоритм построения сети.

Метод решения. Разберём процесс на уровне пары нейронов: входного нейрона *i* и выходного *j*.

Используем прямое кодирование входных векторов во временной интервал, но, в отличие от кодирования входного вектора напрямую во временной домен, не привязываем их к дискретному набору значений. Получаем относительное временное значение t_i компонента x_i вектора $\vec{x}$ из формулы

$$x_i = \frac{x_i - I_{min}^{n}}{I_{max}^{n} - I_{min}^{n}}, \quad (8)$$

где I_{min}^{n} и I_{max}^{n} - минимальное и максимальное значения для компонента x_i.

В результате преобразования получаем t_i на интервале *[0, 1]* и подаём в это время импульс на нейрон *i*. В начале обучения синапс s_{ij} нейросети инициализируется случайным образом, т.е. наполняется определённым количеством терминалов с произвольными весами $[0, w_{max}]$ и задержками *[0, 1]*.

Так как каждый синапс имеет разный начальный набор терминалов, различные нейроны выходного слоя получают различные временные серии импульсов от нейрона *i* и, соответственно, изменения их потенциалов принимают различные формы, следуя (1). Для эмуляции локальных полей нейрона без применения кодирования входных компонентов популяциями нейронов предлагается использовать следующую модель импульсного ответа нейрона:

$$\varepsilon(t) = e^{-\frac{x^2}{2c^2}}, \quad (9)$$

она позволяет достичь эффекта, сходного с применением концепции локальных полей нейрона, но с переносом на более низкий уровень – уровень терминалов.

Нейрон, потенциал которого первым превышает предел, является победителем, и терминалы, предшествующие ему, подвергаются обучению. При этом перед началом обучения предла-

гается добавлять терминал с нулевым весом в каждую синаптическую связь и задержкой, совпадающей с центром обучающей функции и равной t_j-t_i. В процессе обучения вновь созданный терминал получает максимальное положительное изменение веса. Остальные веса терминалов изменяются, следуя

$$\Delta w_{ij}^{k} = \eta L(\Delta t) = \eta(1-b)e^{\frac{-(\Delta t - c)^2}{\beta^k}} + b, \tag{10}$$

где ширина положительного окна является уже динамической величиной, зависящей от количества терминалов, находящихся в радиусе r от терминала k,

$$\beta^k = \frac{\beta}{\sqrt{D_r + 1}}, , \tag{11}$$

где β – эталонная ширина обучающей функции; D_r – количество терминалов синапса t^p, отвечающих $|d^p$-$d^l| \leq r$; r – радиус.

Введение новой переменной придаёт обучающей функции адаптивность, т.е. для каждого кластера обучающая функция принимает различную ширину. После обучения терминалы с нулевыми и отрицательными весами удаляются из синапса.

Важным аспектом метода является ограничение, накладываемое на суммарный импульс, полученный нейроном от синапса s^p в момент времени t:

$$\sum_{l\varepsilon T} w^k \varepsilon(t - t_i) \leq \alpha \frac{1}{n}, , \tag{12}$$

где T – множество терминалов синапса; α – предполагаемая степень корреляции компонентов входного вектора.

Для моделирования представленного метода была создана программа для ЭВМ на языке программирования python. Программа распространяется под лицензией MIT и доступна по адресу *http://code.google.com/p/python-strike/*. Результаты выполнения программы представлены на сайте проекта.

В результате проведённых компьютерных экспериментов было показано, что представленный метод даёт среднюю точность в 81,56% при классификации набора данных Фишера, содержащего сложные кластеры. Полученные результаты показывают, что с помощью представленного метода можно получить 5-кратное уменьшение количества нейронов при потере точности классификации в 11%.

Выводы

Предложенный в данной работе метод основан на применении концепции локальных полей нейрона на терминальном уровне. Важным аспектом данного метода является применение концепции динамической реструктуризации терминалов синаптических связей.

Представленный метод позволяет перенести вычислительную нагрузку на синапсы сети, тем самым упростить её структуру за счёт уменьшения количества нейронов. Из полученных экспериментальных данных следует, что применение предложенного метода позволяет снизить вычислительную нагрузку при моделировании (фаза обучения и фаза тестирования) однослойной импульсной сети на 67,2 %.

Полученные импульсные сети имеют адаптивное поведение и являются помехоустойчивыми. То есть динамически добавленные во время обучения кластеры входных данных будут успешно классифицированы.

Метод применим для широкого круга систем, в том числе для систем, требующих высокой скорости обработки данных, близких к системам реального времени.

Библиографический список

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2006. – С.43-48, 95.
2. Henk A.K. Mastebroek, Johan E. Vos Plausible neural networks for biological modelling.//Kluwer Academic Publishers, 2001. – С.23-33.
3. Olivier B., Manuel C. A survey on continuous time computations. // Springer, 2008, – С. 5,6.
4. Maass W. Networks of Spiking Neurons: The Third Generation of Neural Network Models // Neural Networks, 1997, Vol. 10, Issue 9. – С. 1659-1671.
5.Терехин А.Т. Нейросетевое моделирование когнитивных функций мозга: обзор основных идей / А.Т. Терехин, Е.В. Будилова, Л.М. Качалова, М.П. Кариенко // Психологические исследования: электрон. журн. – 2009. – № 2(4). URL: http://psystudy.ru (01.12.09). 20-22.
6. Maass W., Natschläger T. Associative memory with networks of spiking neurons in temporal coding // Neuromorphic Systems: Engineering Silicon from Neurobiology. Amsrerdam: World Scientific, 1998. – С. 21-32.
7. Bohte S.M., La Poutré H., Kok J.N. Unsupervised classification in a layered network of spiking neurons // 2002, IEEE Transactions on Neural Networks, 13(2), March 2002. – С. 426-435.
8. Hopfield, J. Pattern recognition computation using action potential timing for stimulus representation // Nature 376, 1995. – С.33-36.
9.Natschlager T., Ruf, B. Spatial and temporal pattern analysis via spiking neurons // Network: Computational Neural Systems. 9(3), 1998. – С. 319-338..

Материал поступил в редакцию 20.02.10.

A.A. KRASNOSHCHEKOV

COMPLEX DATA CLUSTERING WITH SINGLE-LAYER DYNAMICALLY LINKED SPIKING NEURAL NETWORK

An improved method for constructing and training single-layered spiking neural networks is preposed. The method allows to apply single-layered spiking neural networks that encode each data dimension by one neuron of the input layer for the recognition of complex and overlapping clusters with procedure of unsupervised training. The presented approach allows to obtain acceptable accuracy of the classification with the ability to detect complex data clusters at considerably simplified structure of the neural network.
Keywords: spiking neural networks, data clustering, Hebb's instruction, unsupervised training.

КРАСНОЩЁКОВ Александр Александрович (р.1988), программист вычислительного центра ДГТУ. Область научных интересов: искусственный интеллект, распределённые вычисления, нечёткая логика, семантический Интернет, мультиагентные системы, технологии сетевого взаимодействия, системы поддержки принятия решений, построение корпоративных информационных систем.
Автор 4 научных работ.

akrasnoschekov@gmail.com

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621. 822. 05

К.С. АХВЕРДИЕВ, Е.Е. АЛЕКСАНДРОВА, В.А. КОНСТАНТИНОВ

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ СМАЗКА РАДИАЛЬНОГО ПОДШИПНИКА ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПРОФИЛЕМ ЕГО ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ШЕРОХОВАТОСТЬЮ ПОВЕРХНОСТИ ВАЛА

В работе описан метод расчета радиального подшипника скольжения, близкого к круговому, при наличии шероховатости на поверхности вала. Предлагается конструкция некругового подшипника, обладающего по сравнению с круговым двукратно повышенной несущей способностью. Дана оценка влияния шероховатости поверхности вала на несущую способность подшипника.
Ключевые слова: *гидродинамическая смазка, радиальный подшипник, повышенная несущая способность.*

Введение. В новых машинах и механизмах, как правило, проектируется увеличение статических и ударных нагрузок, действующих на опоры, увеличение точности работы вращающихся узлов. Поэтому всякий раз, когда нагрузка оказывается высокой, необходима большая площадь опоры (подшипника). Поскольку размеры подшипника обычно ограничены, возникает необходимость исследовать конструкции, которые выдерживают максимальную нагрузку при заданных размерах подшипника. Несколько таких конструкций было предложено различными авторами. Среди них подшипники с канавками и наличием шероховатости на одной из поверхностей подшипника.

Исследованию влияния одномерной шероховатости поверхности на несжимаемую гидродинамическую смазку посвящено большое количество работ. Общее признание получила теория Кристенсена и Тондера [1,2], дающая усредненное описание такого влияния для опор (подшипников), использующих в качестве смазки несжимаемую жидкость. В указанных работах не исследованы вопросы прогнозирования оптимальной по несущей способности формы опорной поверхности. В них только лишь установлено, что путем варьирования значений характеристик движущейся шероховатой поверхности можно обеспечить повышенную несущую способность подшипника.

Постановка задачи. Рассматривается установившееся движение смазки в зазоре радиального подшипника, близкого к круговому, который предполагается неподвижным, а шип с шероховатой поверхностью движется вокруг своей оси с угловой скоростью $\tilde{\omega}$. Пространство между шипом и подшипником заполнено вязкой несжимаемой жидкостью. Уравнения контуров вкладыша и шипа в полярной системе координат (r', θ) с полюсом в центре шипа можно записать в виде

$$r' = r_1 + e\cos\theta - A\sin\omega\theta, \quad r' = r_0 - \tilde{A}\sin\omega^*\theta. \tag{1}$$

Здесь r_0 и r_1 соответственно радиусы кругового вала и кругового подшипника; e - эксцентриситет; *A* и ω - амплитуда и частота контурных возмущений на поверхности подшипника; $\tilde{A}$ и ω^* - амплитуда и частота контурных возмущений на поверхности шипа.

$$\frac{e}{\delta} = \eta < 1, \ \frac{A}{\delta} = \eta_1 < 1, \ \frac{\tilde{A}}{\delta} = \varepsilon << 1, \ \delta = r_1 - r_0. \tag{2}$$

В качестве исходных уравнений берется следующая безразмерная система уравнений «тонкого слоя» для вязкой несжимаемой жидкости:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} = \frac{dp}{d\theta}, \qquad \frac{\partial \upsilon}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial \theta} = 0. \tag{3}$$

Здесь размерные величины r', u', υ', p' связаны с безразмерными r, u, υ, p соотношениями:

$$r' = r_0 + \delta r; \quad \upsilon' = \omega\delta\upsilon; \quad u' = \omega r_0 u; \quad p' = p^* p,\ p^* = \frac{\mu\tilde{\omega} r_0^2}{\delta^2}. \tag{4}$$

где u', υ' – компоненты вектора скорости; p' – гидродинамическое давление; μ – динамический коэффициент вязкости.

Система уравнений (3) решается при следующих граничных условиях

$$u = 0,\ \upsilon = 0 \text{ при } r = 1 + \eta\cos\theta - \eta_1 \sin\omega\theta = h(\theta);$$
$$u = 1,\ \upsilon = 0 \text{ при } r = -\varepsilon\sin\omega^*\theta;\ p(0) = p(2\pi). \tag{5}$$

Граничные условия на поверхности вала можно записать в виде:

$$u(0, -\varepsilon\sin\omega^*\theta) = u(0,\theta) - \frac{\partial u}{\partial r}\Big|_{r=0} \varepsilon\sin\omega^*\theta + \ldots = 1,$$
$$\upsilon(0, -\varepsilon\sin\omega^*\theta) = \upsilon(0,\theta) - \frac{\partial \upsilon}{\partial r}\Big|_{r=0} \varepsilon\sin\omega^*\theta + \ldots = 0. \tag{6}$$

С учетом (6) решение задачи (3) – (5) будем искать в виде рядов по степеням малого параметра ε:

$$u = \sum_{k=0}^{\infty} u_k \varepsilon^k, \quad \upsilon = \sum_{k=0}^{\infty} \upsilon_k \varepsilon^k, \quad p = \sum_{k=0}^{\infty} p_k \varepsilon^k. \tag{7}$$

Подставляя (7) в (3) и (5) и сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях ε с точностью до членов $0(\varepsilon^2)$, будем иметь:

$$\frac{\partial^2 u_0}{\partial r^2} = \frac{dp_0}{d\theta}; \quad \frac{\partial \upsilon_0}{\partial r} + \frac{\partial u_0}{\partial \theta} = 0; \tag{8}$$

$$u_0 = 0,\ \upsilon_0 = 0 \text{ при } r = h(\theta);\ p_0(0) = p_0(2\pi);$$
$$u_0 = 1,\ \upsilon_0 = 0\ \textit{при}\ r = \sin\omega^*\theta; \tag{9}$$

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial r^2} = \frac{dp_1}{d\theta}, \quad \frac{\partial \upsilon_1}{\partial r} + \frac{\partial u_1}{\partial \theta} = 0; \tag{10}$$

$$u_1 = 0,\ \upsilon_1 = 0 \text{ при } r = h(\theta);\ p_1(0) = p_1(2\pi),$$
$$u_1\Big|_{r=0} = \frac{\partial u_0}{\partial r}\Big|_{r=0} \sin\omega^*\theta, \quad \upsilon_1\Big|_{r=0} = \frac{\partial \upsilon_0}{\partial r}\Big|_{r=0} \sin\omega^*\theta. \tag{11}$$

Решение задачи для нулевого приближения. Точное автомодельное решение задачи (8) – (9) будем искать в виде [3-5]:

$$u_0 = \frac{\partial\psi_0}{\partial r} + U_0(r,\theta); \quad \upsilon_0 = -\frac{\partial\psi_0}{\partial\theta} + V_0(r,\theta); \quad \frac{dp_0}{d\theta} = \frac{\tilde{c}_1(t)}{h^2(\theta)} + \frac{\tilde{c}_2(t)}{h^3(\theta)};$$
$$U_0 = \tilde{u}_0(\xi); \quad V_0 = \tilde{\upsilon}_0(\xi) h'(\theta); \quad \xi = r/h(\theta); \quad \psi_0 = \tilde{\psi}_0(\varepsilon). \tag{12}$$

Подставив (12) в (8)и (9), получим:

$$\psi_0''' = \tilde{c}_2, \quad \tilde{u}_0'' = \tilde{c}_1, \quad \tilde{\upsilon}_0' - \xi\tilde{u}_0' = 0; \tag{13}$$
$$\tilde{\psi}_0'(0) = \tilde{\psi}_0'(1) = 0; \quad \tilde{u}_0 = 1, \quad \tilde{\upsilon}_0 = 0 \quad \text{при} \quad \xi = 0;$$

$$\tilde{u}_0 = 0,\ \tilde{\upsilon}_0 = 0\ при\ \xi = 1;\quad \int_0^1 \tilde{u}_0(\xi)d\xi = 0;\quad p(0) = p(2\pi). \tag{14}$$

Решение задачи (13) – (14) находится непосредственным интегрированием. В результате будем иметь:

$$\tilde{\psi}_0' = \frac{\tilde{c}_2}{2}\left(\xi^2 - \xi\right),\qquad \tilde{u}_0 = \tilde{c}_1\frac{\xi^2}{2} - \left(\frac{\tilde{c}_1}{2} + 1\right)\xi + 1,$$

$$\tilde{\upsilon}_0 = \tilde{c}_1\frac{\xi^3}{3} - \frac{\tilde{c}_1\xi^2}{4} - \frac{\xi^2}{2},\qquad \tilde{c}_1 = 6. \tag{15}$$

Гидродинамическое давление p_0 определяется из уравнения

$$\frac{dp_0}{d\theta} = \frac{\tilde{c}_1}{h^2(\theta)} + \frac{\tilde{c}_2}{h^3(\theta)}, \tag{16}$$

где

$$\tilde{c}_2 = -\tilde{c}_1\left[1 + \frac{\eta_1}{2\pi\omega}\left(\cos 2\pi\omega - 1\right)\right]. \tag{17}$$

Перейдем к определению поддерживающей силы. Для безразмерных компонент $\tilde{R}_x$ и $\tilde{R}_y$ вектора поддерживающей силы и безразмерной силы трения $\tilde{L}_{тр}$ в принятом нами приближении получим следующие выражения:

$$\tilde{R}_y = \frac{R_y}{r_0 p^*} = \int_0^{2\pi}\frac{dp_0}{d\theta}\cos\theta d\theta = 6\pi\eta - 3\eta_1\left[\frac{1-\cos(\omega+1)2\pi}{\omega+1} + \frac{1-\cos(\omega-1)2\pi}{\omega-1}\right];$$

$$\tilde{R}_x = \frac{R_x}{r_0 p^*} = 3\eta_1\left[\frac{\sin(\omega-1)2\pi}{\omega-1} - \frac{\sin(\omega+1)2\pi}{\omega+1}\right]; \tag{18}$$

$$\tilde{L}_{тр} = \frac{L_{тр}\delta}{\mu\omega r_0} = \int_0^{2\pi}\left(\frac{\tilde{\psi}_0''}{h^2} + \frac{\tilde{u}_0'}{h}\right)\Big|_{\xi=0} d\theta = -2\pi + \frac{\eta_1}{\omega}(\cos 2\pi\omega - 1).$$

Перейдем к решению задачи (10) – (11).

С учетом (11) и (15) решение этой задачи запишется в виде

$$u_1 = \frac{dp_1}{d\theta}\left(\frac{r^2}{2} - \frac{rh}{2}\right) + \left[\frac{\tilde{c}_2}{2h^2} + 4\frac{1}{h}\right]\left[-\sin\omega^*\theta + \frac{r}{h}\sin\omega^*\theta\right]. \tag{19}$$

Проинтегрировав второе уравнение системы (10) по r от 0 до $h(\theta)$ для определения гидродинамического давления p_1, приходим к следующему уравнению:

$$-\frac{h^3}{12}\frac{dp_1}{d\theta} - \frac{\tilde{c}_2\sin\omega^*\theta}{4h} - 2\sin\omega^*\theta = Q_1.$$

Здесь Q_1 – добавочный расход, обусловленный шероховатостью поверхности вала. Используя граничные условия $p_1(0) = p_1(2\pi)$ для Q_1, получим следующее выражение:

$$12Q_1 = \frac{-3\tilde{c}_2\tilde{J}_4(2\pi)}{J_3(2\pi)} - 24\frac{\tilde{J}_3(2\pi)}{J_3(2\pi)}. \tag{20}$$

Здесь $\tilde{J}_k(2\pi) = \int_0^{2\pi}\frac{\sin\omega^*\theta}{h^k(\theta)}d\theta,\quad J_k(2\pi) = \int_0^{2\pi}\frac{d\theta}{h^k(\theta)}.$

С учетом (20) для определения гидродинамического давления приходим к следующему уравнению:

$$\frac{dp_1}{d\theta}=\frac{3\widetilde{c_2}\widetilde{J_4}(2\pi)}{J_3(2\pi)h^3}+24\frac{\widetilde{J_3}(2\pi)}{J_3(2\pi)h^3}-\frac{3\widetilde{c_2}\sin\omega^*\theta}{h^4}-\frac{24\sin\omega^*\theta}{h^3}. \qquad (21)$$

Для безразмерных добавочных компонент поддерживающей силы будем иметь:

$$\widetilde{R}_{y\,д_{об}}=\frac{R_{yд_{об}}}{r_0p^*}=\int_0^{2\pi}\frac{dp}{d\theta}\cos\theta d\theta; \qquad \widetilde{R}_{x\,д_{об}}=\frac{R_{xд_{об}}}{r_0p^*}=-\int_0^{2\pi}\frac{dp}{d\theta}\sin\theta d\theta. \qquad (22)$$

С точностью до членов $0(\varepsilon\eta),\ 0(\varepsilon\eta_1)$ для $\widetilde{R}_{yд_{об}}$ и $\widetilde{R}_{xд_{об}}$ получим:

$$\widetilde{R}_{yд_{об}}=3\left[\frac{\cos(\omega^*-1)2\pi-1}{\omega^*-1}+\frac{\cos(\omega^*+1)2\pi-1}{\omega^*+1}\right],$$

$$\widetilde{R}_{xд_{об}}=3\left[\frac{\sin(\omega^*-1)2\pi}{\omega^*-1}-\frac{\sin(\omega^*+1)2\pi}{\omega^*+1}\right]. \qquad (23)$$

В принятом нами приближении добавочная сила трения, обусловленная наличием шероховатости поверхности вала, определяется выражением

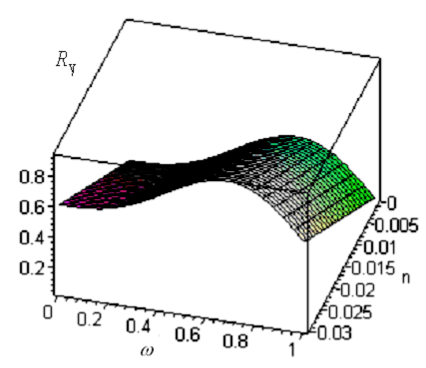
$$L_{тр.д_{об}}=\frac{2}{\omega^*}\left(\cos 2\pi\omega^*-1\right). \qquad (24)$$

Таким образом, для безразмерных составляющих несущей способности и безразмерной силы трения окончательно получим:

$$R_y=\widetilde{R}_y+\varepsilon\widetilde{R}_{yд_{об}};\quad R_x=\widetilde{R}_x+\varepsilon\widetilde{R}_{xд_{об}};\quad L_{тр.}=\widetilde{L}_{тр}+\varepsilon\widetilde{L}_{тр.д_{об}}, \qquad (25)$$

где $\widetilde{R}_x,\widetilde{R}_y,\widetilde{L}_{тр.}$ определяются формулами (18), а $\widetilde{R}_{yд_{об}},\widetilde{R}_{xд_{об}},\widetilde{L}_{тр.д_{об}}$ определяются формулами (23) и (24).

Выводы. Результаты численного анализа полученного аналитического выражения (25) для несущей способности показывают:



Зависимость безразмерной R_y составляющей несущей способности от параметров η и ω

1. При $\varepsilon\cdot\omega^*=0{,}002,\ \omega=1/2,\ \eta=\eta_1$ предложенная конструкция подшипника обеспечивает двукратно повышенную его несущую способность по сравнению со случаем, когда $\omega=0$ (рисунок).

2. При $\eta=\eta_1,\ \omega=\frac{1}{2}$, варьируя характеристики микронеровностей $\left(\varepsilon \text{ и } \omega^*\right)$ поверхности вала, можно обеспечить еще более повышенную несущую способность подшипника.

Заключение. Полученные в работе результаты позволяют разработать конструкцию радиального подшипника, который выдерживает максимальную нагрузку при заданных его размерах.

Библиографический список

1. Christensen H., and Tonder K., "Tribology of Rough Surfaces: Stochasic Models of Hydrodynamic Lubrication" SJNTEF Report No, 10/69. 18, 1969.

2. Кристенсен Тондер. Гидродинамическая смазка подшипника конечной длины с шероховатыми поверхностями // Проблемы трения и смазки. – 1971. – № 3. – С.9.

3. Ахвердиев К.С. Математическая модель гидродинамической смазки бесконечно широких опор, работающих в турбулентном режиме на микрополярной смазке / К.С. Ахвердиев, А.Ю. Вовк, М.А. Мукутадзе, М.А. Савенкова // Трение и смазка. – 2007. – № 6. – С. 278–284.

4. Ахвердиев К.С. Математическая модель гидродинамической смазки бесконечно широких опор, работающих в нестационарном турбулентном режиме на микрополярной смазке / К.С. Ахвердиев, М.А. Мукутадзе, М.А. Савенкова, А.Ю. Вовк // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2007. – № 4. – С. 18–24.

5. Ахвердиев К.С. Математическая модель гидродинамической смазки радиального подшипника, работающего в нестационарном режиме на микрополярной смазке/ К.С. Ахвердиев, М.А. Мукутадзе, М.А. Савенкова, А.Ю. Вовк // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2008. – № 1. – С. 6–12.

Материал поступил в редакцию 17.02.10.

K.S. AKHVERDIEV, E.E. ALEKSANDROVA, V.A. KONSTANTINOV

HYDRODYNAMIC LUBRICATION OF A RADIAL BEARING OF INCREASED BEARING CAPACITY WITH BARREL ROTATION UNEVENNESS

In this paper we present the calculation method of the gliding radial bearing similar to the circular one in the presence of unevenness on the barrel surface. As a result, we suggest the construction of a non-circular bearing which has twice as high bearing capacity in comparison with the circular one. Impact of barrel rotation unevenness on the bearing capacity of the bearing has also been estimated.
Key words: hydrodynamic lubrication, radial bearing, increased bearing capacity.

АХВЕРДИЕВ Камил Самедович (р. 1938), доктор технических наук (1984), профессор (1984), зав. кафедрой «Высшая математика – 2» («ВМ – 2») Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС). Окончил Азербайджанский государственный университет (1962).
Область научных интересов: трение и износ в машинах.
Автор 450 научных статей и 9 монографий.

АЛЕКСАНДРОВА Екатерина Евгеньевна, аспирант кафедры «ВМ – 2» РГУПС. Окончила РГУПС (2007).
Область научных интересов: трение и износ в машинах.
Автор 6 научных статей.

КОНСТАНТИНОВ Владимир Артемович (р. 1986), аспирант кафедры «ВМ – 2» РГУПС. Окончил РГУПС (2008).
Область научных интересов: трение и износ в машинах.
Автор 6 научных статей.

vm_2kaf.@rgups.ru

УДК 620.169.1

О.Г.ОСЯЕВ

ЭМПИРИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Получен эмпирический критерий длительной прочности по предельным напряжениям для конструкционных полимерных композитных материалов, учитывающий фактор старения. Критерий соответствует виду Гольденблата-Копнова. На основании данных экспериментального исследования процессов старения полимерных композитов получены эмпирические константы, входящие в критериальное выражение.
Ключевые слова: *критерий прочности, полимерные материалы, длительная прочность.*

Введение. В настоящее время все большее применение в технике находят несущие конструкции машиностроительного производства, изготовленные из полимерных композитов. Для выполнения расчетов на длительную прочность необходимо использовать достоверные критерии длительной прочности, учитывающие фактор старения конкретного материала. Задача исследования состоит в экспериментальном определении таких критериев для рассматриваемых конструкционных материалов.

Основная часть. Общее выражение критерия прочности для анизотропных полимерных материалов может быть записано в виде [1]:

$$\Psi(\Pi_{ik}\sigma_{ik}, \Pi_{iknm}\sigma_{ik}\sigma_{nm}, \ldots\ldots\ldots\ldots) = 0, \tag{1}$$

где Π_{ik}, Π_{iknm} – тензоры, учитывающие анизотропные свойства материала; σ_{ik}, σ_{ik}, σ_{nm} – компоненты тензора действующих напряжений.

Выражение (1), согласно [1], можно представить в виде суммы произведений тензоров прочности и тензоров напряжений второго, четвертого, шестого и более рангов:

$$(\Pi_{ik}\sigma_{ik})^{\alpha} + (\Pi_{iknm}\sigma_{ik}\sigma_{nm})^{\beta} + (\Pi_{iknmpq}\sigma_{ik}\sigma_{nm}\sigma_{pq})^{\gamma} + \ldots = 1, \tag{2}$$

где Π_{ik}, Π_{iknm}, Π_{iknmpq} – тензоры прочности второго, четвертого, шестого и т.д. рангов; α, β, γ – показатели степени полинома.

Исследования авторов [2,3] показали, что для практического использования достаточно использовать двухинвариантный критерий прочности, ограниченный двумя первыми слагаемыми в выражении (2). Конкретный вид общего критерия можно установить только экспериментально.

Приняв показатели степени полинома (2) $\alpha = 1$, $\beta = 1/2$, приходим к двухинвариантному критерию в форме Гольденблата-Копнова:

$$\Pi_{ik}\sigma_{ik} + \sqrt{\Pi_{iknm}\sigma_{ik}\sigma_{nm}} = 1. \tag{3}$$

В случае постоянно действующих напряжений соответствующим подбором ядер операторов можно получить аналитическую запись критерия длительной прочности. При этом в левой части (3) остается выражение критерия кратковременной прочности, а в правой – затухающая функция времени. Тогда, по аналогии с критерием кратковременной прочности вида (3), можно записать критерий длительной прочности в виде [1]:

$$\Pi_{ik}\sigma_{ik} + \sqrt{\Pi_{iknm}\sigma_{ik}\sigma_{nm}} = f(t_*), \tag{4}$$

где $f(t_*)$ – монотонно затухающая функция времени; $i, k, n, m = 1,2$ – при плоском напряженном состоянии; $i, k, n, m = 1,2,3$ – при пространственном напряженном состоянии.

Многочисленными экспериментальными исследованиями [1, 4 – 6 и др.] установлено, что кривые длительной прочности $f(t_*)$ имеют типичный характер, и для описания поведения конструкционных композитных материалов может быть использован вид экспоненциальной зависимости. Тогда выражение (4) примет вид

$$\Pi_{ik}\sigma_{ik} + \sqrt{\Pi_{iknm}\sigma_{ik}\sigma_{nm}} = \alpha + \beta e^{-\lambda \bar{t}_*}, \tag{5}$$

где *α, β, λ* – эмпирические константы материала; t_* - долговечность, t_0 - длительность кратковременного нагружения, $\bar{t}_*$ - приведенное время до разрушения, $\bar{t}_* = t_* / t_0 - 1$.

Тогда компоненты тензоров прочности определятся из выражения (5):

$$\Pi_{ik}(t_*) = \Pi_{ik}(t_0)\left(\alpha + \beta e^{-\lambda \bar{t}_*}\right); \qquad \Pi_{iknm}(t_*) = \Pi_{iknm}(t_0)\left(\alpha + \beta e^{-\lambda \bar{t}_*}\right). \qquad (6)$$

Аналогичного вида соотношения справедливы и для составляющих тензоров прочности композитных ортотропных материалов – предельных напряжений на растяжение, сжатие и сдвиг, которые можно представить в наиболее общем виде:

$$\sigma_в(t_*) = \sigma_в(t_0)\left(\alpha + \beta e^{-\lambda \bar{t}_*}\right); \qquad \tau_в(t_*) = \tau_в(t_0)\left(\alpha + \beta e^{-\lambda \bar{t}_*}\right). \qquad (7)$$

Эмпирические константы *α, β, λ* определяются экспериментальным путем. Экспериментально также определяются пределы кратковременной $\sigma_{в1}(t_0)$ и длительной $\sigma_{в1}(t_* \to \infty)$ прочности. Согласно [1]:

$$\alpha = \frac{\sigma_в(t_* \to \infty)}{\sigma_в(t_0)}, \qquad \beta = 1 - \alpha. \qquad (8)$$

На основании результатов экспериментальных исследований определим эмпирическую зависимость связи кратковременной и длительной прочности в соответствии с (7) для наиболее распространенных конструкционных материалов, используемых в машиностроении. Примером таких материалов являются полимерные композиты, физико-механические свойства которых соответствуют свойствам герметика марки 15Е15ТУ.

В результате экспериментальных испытаний на старение в течение 20 лет эксплуатации для данных материалов при T=20^{0}С установлены значения начальной прочности: $\sigma_{в1}(t_0)$ =0,41 МПа и прочности за предполагаемый период эксплуатации: $\sigma_{в1}(t_*)$ =0,32 МПа. Тогда в соответствии с выражениями (8) для эмпирических констант имеем:

$$\alpha = \frac{\sigma_в(t_*)}{\sigma_в(t_0)} = \frac{0{,}32}{0{,}41} = 0{,}78, \qquad \beta = 1 - \alpha = 1 - 0{,}78 = 0{,}22. \qquad (9)$$

Параметр *λ* определяется из выражения (7), переписанного в виде

$$\alpha + \beta e^{-\lambda \bar{t}_*} = \frac{\sigma_в(t_*)}{\sigma_в(t_0)}. \qquad (10)$$

Тогда

$$\lambda = -\frac{1}{\bar{t}_*} \ln\left[\frac{1}{\beta}\left(\frac{\sigma_в(t_*)}{\sigma_в(t_0)} - \alpha\right)\right] = -\frac{1}{\bar{t}_*} \ln A. \qquad (11)$$

Коэффициент *λ* представляет собой угловой коэффициент прямой в полулогарифмических координатах *ln A*, $\bar{t}_*$. Однако использование такой системы координат неудобно, так как время $\bar{t}_*$ варьируется в пределах нескольких порядков. Поэтому удобнее перейти к двойным логарифмическим координатам.

После логарифмирования (11) получим уравнение прямой в двойных логарифмических координатах:

$$\lg \lambda = -\lg \bar{t}_* + \lg(-\ln\left[\frac{1}{\beta}\left(\frac{\sigma_в(t_*)}{\sigma_в(t_0)} - \alpha\right)\right] = -\lg \bar{t}_* + \lg(-\ln A), \qquad (12)$$

где *lg λ* – отрезок, отсекаемый на осях *lg (-ln A), lg* $\bar{t}_*$ экспериментальной прямой.

Приняв допущение о том, что конструкция из полимерного композита эксплуатируется при постоянном уровне тепловой и механической нагрузки, определим значения коэффициента λ при условии, что для стандартизированных испытаний t_0=0,025 ч; $\sigma_в(t_0)$ = 0,42 МПа, а при длительности нагружения t_*=61320 ч; $\sigma_в(t_*)$ = 0,40 МПа. В этом случае

$$\lambda = -\frac{0,025}{61320}\ln\left[\frac{1}{0,22}\left(\frac{0,4}{0,42} - 0,78\right)\right] = 10^{-7}. \qquad (13)$$

Такой же порядок величины получаем при условии t_*=87600 ч; $\sigma_в(t_*)$ = 0,38 МПа и прочих соотношениях, полученных опытным путем. Тогда эмпирический критерий длительной прочности для рассматриваемого материала примет вид

$$\sigma_в(t_*) = \sigma_в(t_0)\left(0,78 + 0,22e^{-10^{-7}\bar{t}_*}\right). \qquad (14)$$

Заключение. Полученный критерий позволяет определять прочность рассматриваемого материала с учетом старения в процессе эксплуатации и может быть использован для расчета прочностной надежности как одноосного, так и сложного напряженно-деформированного состояния полимерных материалов и конструкций.

Библиографический список

1. Гольденблат И.И. Длительная прочность в машиностроении / И.И. Гольденблат, В.Л. Бажанов, В.А. Копнов. – М.: Машиностроение, 1977. – 248 с.
2. Гольденблат И.И. Критерий прочности анизотропных материалов / И.И. Гольденблат, В.А. Копнов // Изв.АН СССР. Механика. – 1965. – № 6. – С.77-83.
3. Гольденблат И.И., Критерии прочности и пластичности конструкционных материалов / И.И. Гольденблат, В.А. Копнов. – М.: Машиностроение, 1968. – 192 с.
4. Бокшицкий М.Н. Длительная прочность полимеров / М.Н. Бокшицкий. – М.: Химия, 1978. – 297 с.
5. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
6. Малмейстер А.К. Сопротивление полимерных и композитных материалов / А.К. Малмейстер, В.П. Тамуж, Г.А. Тетерс. – Рига: Зинатне, 1980. – 400 с.

Материал поступил в редакцию 15.02.10.

O.G. OSYAEV

EMPIRICAL STRENGTH CRITERION OF COMPOSITE MATERIALS

Empirical long-term strength criterion in terms of limit stress for constructive polymer materials considering ageing factor is found. The criterion corresponds to the type of Goldenblat - Kopnov. On the grounds of the given experimental research of the ageing processes of the polymeric composites, empirical constants falling into criterion expression are received.
Keywords: strength criterion, polymeric materials, long-term strength.

ОСЯЕВ Олег Геннадьевич (р.1963). Окончил Ростовское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск (1985). Кандидат технических наук (1995), доцент (2003), старший преподаватель кафедры материаловедения Ростовского военного института ракетных войск.
Область научных интересов: численные и экспериментальные методы исследования прочностной надежности несущих конструкций летательных аппаратов.
Имеет более 100 публикаций.

osyevog@mail.ru

УДК 006:004.4

И.Г. КОШЛЯКОВА, Е.В. ПЕЕВА, К.О. СУВОРОВА, Е.А. КОШЛЯКОВА

АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрено решение проблемы ускорения и повышения объективности выбора средств измерений с помощью создания базы данных на основе ACCESS. В результате обеспечена возможность широкого обзора средств измерений задаваемой измеряемой величины, выбора из них на основании требуемых метрологических и технических характеристик, получения полной информации о выбранном средстве измерений. Разработанная база данных может быть также использована для учета имеющихся на предприятии средств измерений, сигнализации о времени направления их в поверку и других действий по обращению измерительного, а также испытательного оборудования.

***Ключевые слова**: выбор средств измерений, метрологические характеристики, база данных, метрологическое обеспечение.*

Введение. Предъявление все более высоких требований к уровню качества промышленной продукции - надежный способ обеспечения удовлетворенности потребителя, ускорения научно-технического прогресса. Этим обусловлено постоянное возрастание требований к соблюдению метрологических правил и норм, направленных на повышение технического уровня измерений, их точности, надежности и производительности. От точности, адекватности и своевременности измерительной информации зависит правильность принимаемых решений, а, в свою очередь, от качества измерений зависят современные технологии и научные исследования, учет и экономия материальных ресурсов, техническое развитие, экологическая безопасность и научные исследования.

В современных условиях чаще всего на практике оптимальность измерений определяется предельно достижимой точностью при минимальных затратах. Уровень требуемой точности характеризуется критерием целесообразности. Неоправданное превышение необходимой точности обычно резко удорожает измерения. Недостаточная точность приводит к браку в производстве, ошибочным результатам и решениям.

Роль измерений при производстве товаров связана с повышением конкурентоспособности продукции на рынке. Для достижения этого целесообразно автоматизировать процессы. При автоматизации некоторые функции возлагаются на технику и компьютерные программы. В области метрологического обеспечения благодаря автоматизации можно:

- свести к минимуму время поиска того или иного необходимого средства измерений;
- сократить количество людей для поиска и выбора этих средств измерений;
- вести учет с целью поддержания работоспособности средств измерений;
- проводить их систематизацию.

Постановка задачи. Одним из аспектов автоматизации метрологического обеспечения является поиск и выбор средств измерений в электронных или печатных изданиях специализированных каталогов. В последнее время происходит стремительное развитие информационных сервисов органов государственной власти и бизнеса по различным направлениям, и одной из важнейших задач становится интеграция накопленных знаний и данных. При этом любой сотрудник должен иметь возможность не только обратиться к изолированной информационной системе для получения узкоспециализированной информации по интересующему его предмету, но и получить агрегированные по многим источникам данные, которые помогли бы ему сформировать представление об объектах в целом. Постоянно возрастающая потребность в получении комплексного взгляда на информационные ресурсы различных систем привела к формированию механизмов интеграции данных, ориентированных на эффективную организацию доступа к внешним гетерогенным источникам данных с применением единого интерфейса в рамках единой модели данных. При этом сам метод агрегирования информации должен быть предельно прозрачным для конечного

пользователя. Так представление процесса получения информации ничем не будет отличаться от обращений к единому хранилищу данных. Задачи интеграции данных, а особенно приложений и сервисов, тесно связаны с задачами организации и поддержки рабочих процессов управления, позволяющих реализовать алгоритм работ по сбору и агрегированию информации в ответ на пользовательский запрос.

Информационное метрологическое обеспечение с использованием ЭВМ связано, в первую очередь, с Госреестром средств измерений. В нем находится перечень контрольно-измерительных приборов, имеющих сертификат об утверждении типа и подлежащих первичной поверке.

Характерной особенностью измерительной техники является широкое распространение измерительных процессов, в которых одновременно участвуют несколько средств измерений разных физических величин и основанных на разных принципах действия. Это обуславливает нормирование их метрологических характеристик на единой, принципиальной основе [1].

По метрологическим характеристикам средств измерений решается ряд задач, важных для обеспечения единства измерений:

- определение точности результата измерений, одной из составляющих которой является точность средств измерений;
- выбор средств измерений по точности с учетом условий их применения;
- сравнение средств измерений различных типов при выборе или приобретении;
- замена одного средства измерений на аналогичное;
- оценка точности сложных измерительных систем и др.

Для количественного определения (измерения) того или иного параметра продукции, процесса, явления, необходимо:

- выбрать характеристики, определяющие исследуемые свойства объекта;
- установить степень достоверности, с которой следует определять выбранные параметры;
- установить допуски и нормы точности;
- выбрать методы и средства измерений для достижения требуемой точности;
- обеспечить готовность средств измерений к работе с привязкой к соответствующим эталонам (посредством периодической поверки, калибровки);
- обеспечить учет или создание требуемых условий проведения измерений;
- обеспечить обработку результатов измерений и оценку точностных характеристик.

Методы решения задачи. Таким образом, исходными данными для выбора средств измерений в порядке уменьшения значимости являются: диапазон измерений; требуемая точность средства измерений исходя из точности измеряемого параметра; условия применения; наличие на предприятии; стоимость; возможность приобретения; мобильность; многофункциональность; быстродействие и другие технические и экономические свойства [2].

Для информационного обслуживания потребителей измерительной техники сведениями о включенных в Госреестр измерительных приборах и их изготовителях на базе информационно-поисковой аналитической системы **PCBIRS** в 1999 г. разработана и распространяется автоматизированная информационная система документов государственного реестра средств измерений (**АИСД ГРСИ**), рис.1. Кроме информации, включенной в Государственный реестр средств измерений, в АИСД ГРСИ используется дополнительная информация, получаемая из открытых источников и предоставляемая производителями СИ. Не являясь официальным, АИСД ГРСИ, тем не менее, представляет наиболее полное и оперативное электронное издание, предоставляющее пользователю современные средства поисковой навигации в информационном массиве, насчитывающем свыше 50000 документов по действующим, исключенным или замененным средствам измерений. Информация в банке данных АИСД ГРСИ регулярно обновляется в соответствии с протоколами научно-технических комиссий агентства Ростехрегулирования АИСД Госреестра средств измерений и распространяется на CD. Каталоги средств измерений многотомные, что приводит к большой трудоемкости выбора.

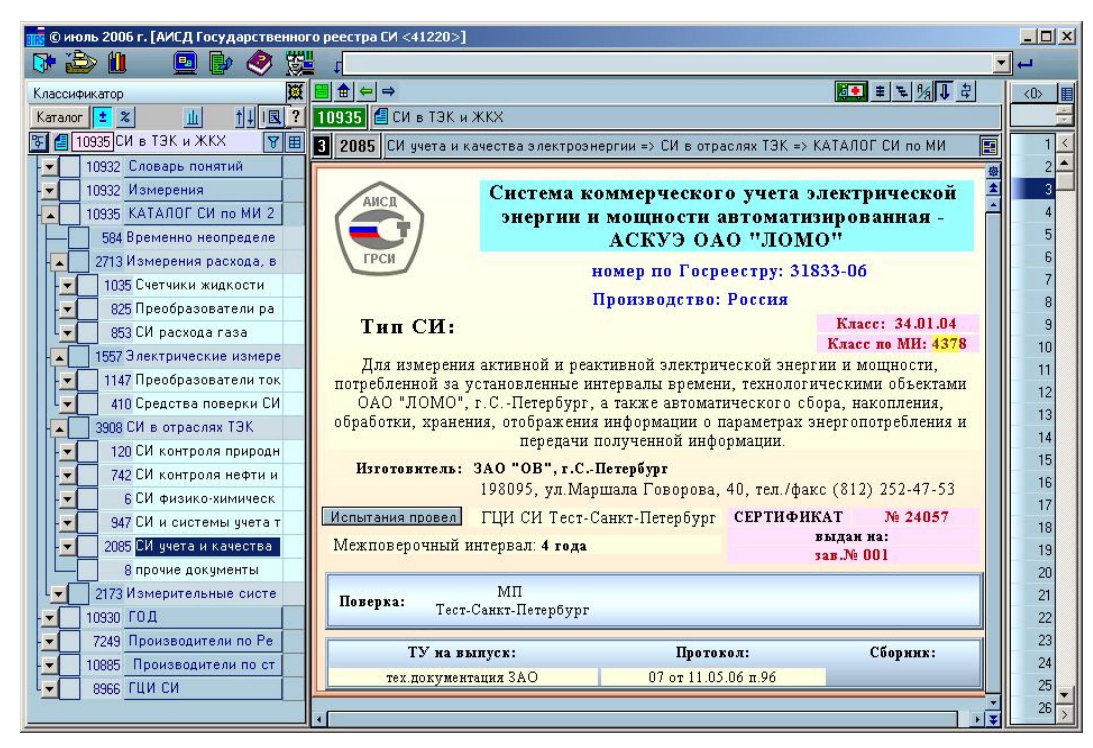


Рис.1. Фрагмент описания средства измерений по АИСД ГРСИ

Перечисленные выше проблемы побуждают различные предприятия представлять и хранить данные в электронном виде. Одной из форм хранения данных является база данных. Она позволяет оперативно обновлять информацию, быстро передавать ее и находить необходимые данные. Базы данных могут быть созданы для любой предметной области. Предлагаемая программа разработана для завода шампанских вин и может применяться в лабораториях качества, исследовательских лабораториях, там, где существует проблема сложности ведения учета и систематизации средств измерений. В результате применения программы уменьшается количество людей, занимающихся конкретным вопросом, и снижается количество ошибок при выборе средств измерений.

Наиболее доступной системой управления базами данных (СУБД) является Access, входящая в пакет Microsoft Office [3]. Она обладает простым интерфейсом, который помогает пользователю быстро освоить эту СУБД. Таким образом, базу данных можно создать в любом офисе, фирме или крупном предприятии, оснащенном компьютером со стандартным набором программ.

Возможности программы. В разработанной программе данные представлены в виде взаимосвязанных двумерных таблиц. Каждая таблица состоит из атрибутов (столбцов) и кортежей (строк). В базе данных «Средства измерений» таблица может иметь вид, показанный на рис.2.

Microsoft Access - [СИ : таблица]

измеряемая величина	тип	модель	цена	полная информ
масса	Аналитические весы	CAS CAUY 120	56 647,00р.	Microsoft Word
масса	Весы лабораторные	CAS CUW-8200S	0,00р.	Microsoft Word
масса	Весы лабораторные	CAS CUX-4200S	0,00р.	Microsoft Word
масса	Весы лабораторные	CAS CUX-6200H	0,00р.	Microsoft Word
масса	Весы лабораторные	CAS CUX-8200S	0,00р.	Microsoft Word
масса	Весы лабораторные	CAS MW-II	0,00р.	Microsoft Word
масса	Весы лабораторные	CAS MWP-300H	0,00р.	Microsoft Word
кислотность	pH-метр стационарный	HI 8314	0,00р.	Microsoft Word
кислотность	pH-метр стационарный	HI 9024 и HI 9025	0,00р.	Microsoft Word
кислотность	pH-метр стационарный	HI 991XXX	0,00р.	Microsoft Word
кислотность	pH-метр стационарный	pH 315i	0,00р.	Microsoft Word

Рис.2. Таблица «Средства измерений»

Связь между таблицами отражается в схеме данных, показанной на рис.3. Такая связь обеспечивает целостность данных.

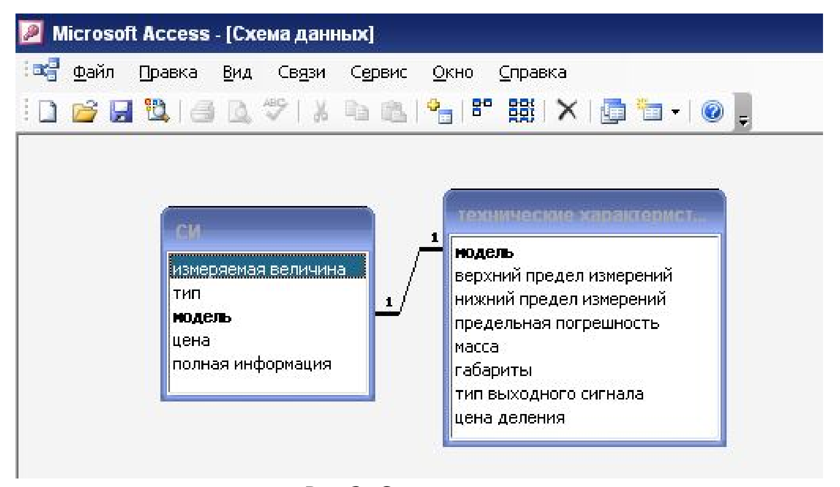
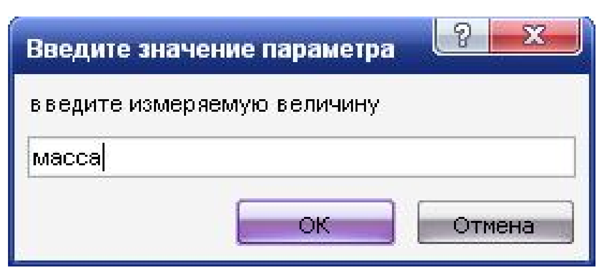


Рис.3. Схема данных

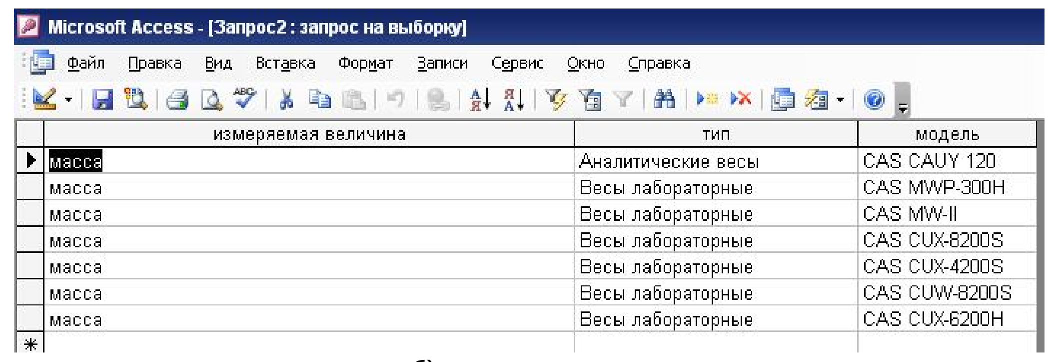
В каждой таблице присутствует ключ, который необходим для создания связи между таблицами.

Имеется возможность генерировать запросы различных видов. Благодаря этой функции можно выбирать и группировать необходимую информацию. Для этого не надо тратить время, а лишь задать условия отбора и группировки с помощью конструктора или мастера запросов. Также для этих целей применяется язык SQL.

Так, в базе «Средства измерений» можно организовать множество запросов, например, запрос с параметром, позволяющий выбрать средства измерений для заданной измеряемой величины. Запрос этого вида выводит на экран предложение ввести измеряемую величину и в зависимости от введенного формирует таблицу, представленную на рис.4.



а) ввод параметра



измеряемая величина	тип	модель
масса	Аналитические весы	CAS CAUY 120
масса	Весы лабораторные	CAS MWP-300H
масса	Весы лабораторные	CAS MW-II
масса	Весы лабораторные	CAS CUX-8200S
масса	Весы лабораторные	CAS CUX-4200S
масса	Весы лабораторные	CAS CUW-8200S
масса	Весы лабораторные	CAS CUX-6200H

б) результат запроса

Рис.4. «Запрос» параметра

Также в Access можно создавать формы – удобный вид представления информации. Их можно использовать для внешних потребителей, оформлять соответственно виду деятельности предприятия и вводить необходимые для отображения поля (рис.5,6).

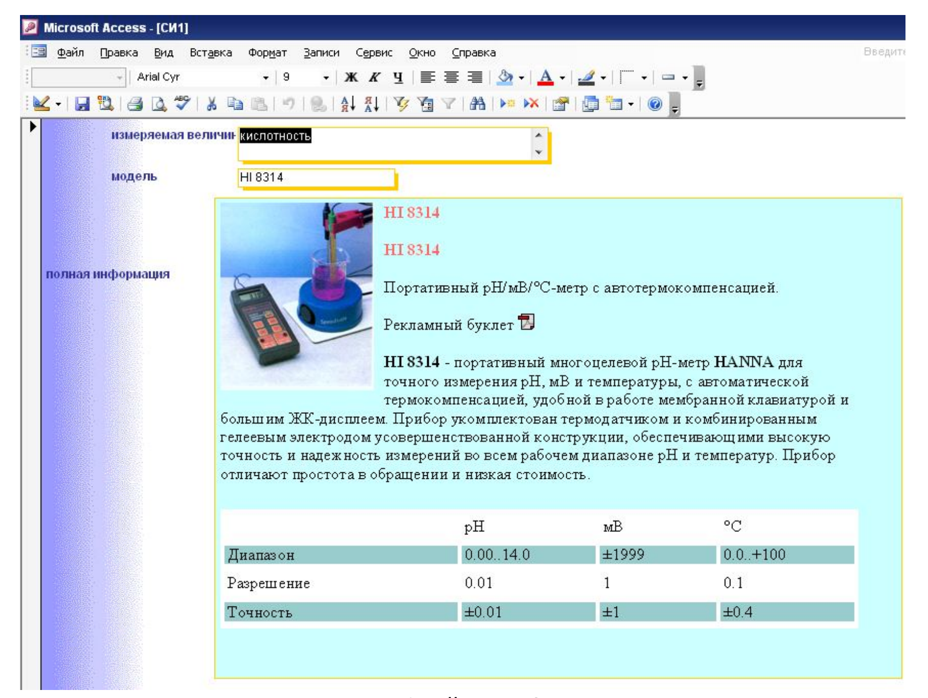


Рис.5. Общий вид «формы»

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ИЗМЕРЯЕМАЯ ВЕЛИЧИНА	МОДЕЛЬ	ТИП	ТИП ВЫХОДНОГО СИГНАЛА
кислотность	PH212	pH-метр стациона	
кислотность	PH213	pH-метр стациона	
кислотность	PH300	pH-метр стациона	
кислотность	PH301	pH-метр стациона	
кислотность	PH302	pH-метр стациона	
кислотность	PH 210	pH-метр стациона	
кислотность	PH 211	pH-метр стациона	
масса	CAS CAUY 120	Аналитические ве	дискретный
масса	CAS CUW-8200S	Весы лабораторн	дискретный
масса	CAS CUX-4200S	Весы лабораторн	дискретный
масса	CAS CUX-6200H	Весы лабораторн	дискретный
масса	CAS CUX-8200S	Весы лабораторн	
масса	CAS MW-II	Весы лабораторн	дискретный
масса	CAS MWP-300H	Весы лабораторн	дискретный
показатель преломления n линий D	ИРФ-454Б2М	рефрактометр	
показателя преломления жидких и т	РПЛ-4	рефрактометр	
показателя преломления рассеиваю	ИРФ-464	рефрактометр	

Рис.6. «Отчет»

С помощью мастера или конструктора отчетов можно генерировать «отчеты». Обычно отчеты создаются для разового использования. Их можно распечатать, указав дату создания и предоставить по требованию (рис.6).

Выводы. Перечислив только малую часть возможностей Access, нельзя в полной мере раскрыть преимущества СУБД в области метрологического обеспечения. Только применение ее на практике может показать все возможности этой системы. Опыт многих предприятий показывает несомненную полезность применения СУБД Access. Автоматизация хранения данных в различных видах деятельности полезна для любых предприятий и отраслей. Она экономит время – ресурс, приобретающий все большую важность в условиях современного темпа жизни. Экономия этого, казалось бы, неисчерпаемого ресурса приводит к повышению производительности и прибыльности предприятия, снижает издержки. Также данный подход к хранению данных может обеспечить высокую степень защиты информации и сводит к минимуму отрицательное влияние человеческого фактора.

Библиографический список

1. Артемьев Б.Г. Справочное пособие для работников метрологических служб / Б.Г. Артемьев, С.М. Голубев. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 618 с.
2. Сергеев А.Г. Метрология: учеб. пособие / А.Г. Сергеев. – М.: Логос, 2001. – 420 с.
3. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных. 8-е издание / К.Дж. Дейт. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1328 с.

Материал поступил в редакцию 29.01.10.

I.G. KOSHLYAKOVA, E.V. PEYEVA, K.O. SUVOROVA, E.A. KOSHLYAKOVA

AUTOMATION OF METROLOGICAL MAINTENANCE AT THE ENTERPRISES

Solution of the problem of acceleration and increase of measurement tools choice objectivity with help of database creation on ACCESS basis is considered. As a result the opportunity of a wide review of measurement tools of the set measured size, their choice according to the required metrological and technical characteristics, and getting full information on the chosen measurement tools is provided. The developed database can be used also for the registration of measurement tools, the control time signalling and for other actions with measurements and test equipment at the enterprises.
Keywords: choice of measurement means, metrological characteristics, database, metrological maintenance.

КОШЛЯКОВА Ирина Геннадьевна, доцент (2008) кафедры «Технология технического регулирования» Донского государственного технического университета. Окончила РИСХМ (1983).
Область научных интересов: метрологическое обеспечение процессов измерений и контроля, статистические методы обработки данных и управления, математическое моделирование процессов.
Имеет 28 публикаций, 8 учебных пособий.

metrolog-ira@mail.ru.

ПЕЕВА Екатерина Владимировна, студентка V курса ДГТУ, специальность «Стандартизация и сертификация».

СУВОРОВА Ксения Олеговна, студентка V курса ДГТУ, специальность «Стандартизация и сертификация».

КОШЛЯКОВА Елена Андреевна, студентка IV курса ДГТУ, специальность «Управление качеством».

УДК 621.9.048.6

Д.Н. МАЛЕЕВ, В.Х. АЛЬ-ТИББИ, Д.А. ЧИЛИКИН

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ ПО КРИТЕРИЮ МИКРОТВЕРДОСТИ

Исследуется влияние акустических параметров (амплитуда ультразвуковых колебаний А, частота ультразвуковых колебаний f и угол между осью волновода и направлением вектора продольно-крутильных колебаний α) процесса электроакустического напыления защитных покрытий на качество покрытия (микротвердость). На базе проведенных исследований предложена математическая модель зависимости микротвердости покрытия от акустических параметров процесса и проверена адекватность полученной модели.
Ключевые слова: *акустические параметры, амплитуда ультразвуковых колебаний, частота ультразвуковых колебаний, продольно-крутильные колебания, математическая модель, адекватность модели.*

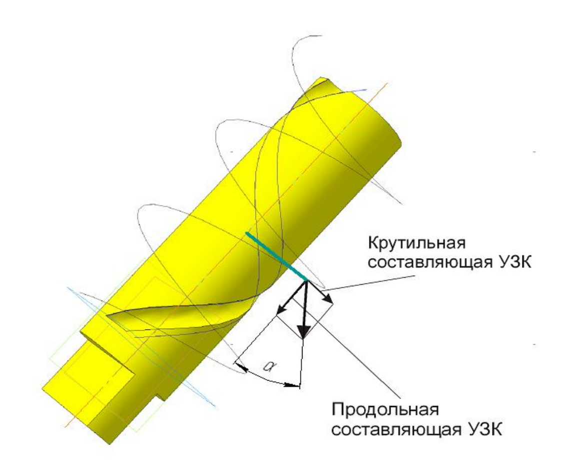
Введение. Одним из перспективных методов нанесения токопроводящих износожаростойких защитных покрытий является метод электроакустического напыления – ЭЛАН [1,2]. Задача формирования качественного покрытия с высокими требованиями к шероховатости и микротвердости поверхностного слоя в процессе ЭЛАН является одной из важнейших при дальнейшем развитии этого метода для поверхностно-упрочняющей обработки деталей машин и формообразующего инструмента. Многовариативность выбора параметров процесса и их несомненное влияние на физико-механические свойства покрытия, необходимость исследования физической картины процесса требует проведения статистических исследований с целью обоснования режимов обработки и оптимизации показателей качества покрытия. Комплекс таких параметров существенно влияет на износостойкость и долговечность деталей машин и на другие их эксплуатационные характеристики. В задачу исследований входило изучение влияния акустических параметров процесса ЭЛАН на качество наносимого покрытия.

Методика исследований и некоторые априорные сведения. Исследование процесса ЭЛАН, безусловно, требует изучения влияния не только акустических, но и электрических параметров процесса на качество покрытия. Тем не менее, такая задача является слишком объемной в рамках одного исследования, поэтому в данной работе мы решили сосредоточиться для начала только на акустических параметрах процесса. Напряжение разрядного импульса как электрический параметр не претерпело изменений. По результатам предыдущих исследований [3,4] было выявлено, что удовлетворительную шероховатость покрытия (сопоставимую по классу с шероховатостью обрабатываемой поверхности) можно получить при работе на следующих усредненных по величине режимах: напряжение разрядного импульса U=32 В (при напылении твердого сплава ВК6М на сталь 45), емкость разрядного конденсатора С=12000 мкФ, частота подачи импульсов $f_r = 20$ кГц. При этом скорость перемещения электрода составляла $V = 0{,}04$ м/мин.

Для разработки математической модели процесса был применен полнофакторный эксперимент (ПФЭ), позволяющий получить математическую модель, выбрать контролируемые параметры и определить движение по градиенту, т.е. направление, при движении по которому параметр оптимизации уменьшается или увеличивается быстрее, чем в любом другом направлении. Были запланированы три вида статистических исследований, в каждом из которых фиксировалось три важнейшие характеристики качества покрытия: отношение микротвердости покрытия к микротвердости подложки Нмп /Нмм, шероховатость покрытия R_a, мкм, толщина покрытия Н, мкм.

В качестве параметра оптимизации y_1, было взято отношение $H_{\mu п}$ /$H_{\mu м}$, которое вычислялось после замеров на микротвердомере модели ПМТ-3, в соответствии с требованиями ГОСТ 9450-73.

В качестве переменных (факторов) были выбраны следующие акустические параметры ЭЛАН (рисунок): x_1 - амплитуда ультразвуковых колебаний А (мкм), x_2 - частота ультразвуковых колебаний f (кГц), x_3 - угол между осью волновода и направлением вектора продольно-крутильных колебаний α (градусов).



Схематическое изображение угла α между осью волновода и направлением вектора продольно-крутильных колебаний

Для описания процесса была выбрана линейная модель уравнения регрессии

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3, \quad (1)$$

где y – параметр оптимизации; b_i – параметры модели; x_i – факторы процесса ЭЛАН; i – номер параметра оптимизации, i =1,2,3..

Границы изменения факторов x_1, x_2, x_3 определены из установочных исследований [3,4] и соответствуют данным, приведенным в табл.1.

Таблица 1

Значения исследуемых факторов

Уровни	Факторы		
	A, мкм	f, кГц	α, град
Верхний	17	22,8	82
Нижний	4	16	10
Основной	10,5	19,4	46
Интервал варьирования	6,5	3,4	36
Кодовое обозначение	x_1	x_2	x_3

Планирование и проведение эксперимента. Был построен план матрицы планирования полнофакторного эксперимента типа 2^3, где 3 - число факторов. Кроме того, для обеспечения расчетов ввели фиктивную переменную x_0, которая принимает во всех опытах значения +1, а также графы взаимодействия факторов [5]. Данные сведены в табл.2.

Таблица 2

Матрица планирования ПФЭ 2^3

Номер точки плана	Значения факторов				Комбинации произведений факторов			
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$
1	+	-	-	-	+	+	+	-
2	+	+	-	-	-	-	+	+
3	+	-	+	-	-	+	-	+
4	+	+	+	-	+	-	-	-
5	+	-	-	+	+	-	-	+
6	+	+	-	+	-	+	-	-
7	+	-	+	+	-	-	+	-
8	+	+	+	+	+	+	+	+

Перед реализацией плана эксперимента опыты, предусмотренные матрицей, проводились в случайной последовательности. Порядок реализации опытов, выбранный по таблице равномерно-распределенных случайных чисел, представлен в табл.3.

Таблица 3

Рандомизация опытов

Порядок реализации	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Серия 1	1	6	5	8	2	7	4	3
Серия 2	4	2	7	5	3	1	6	8
Серия 3	2	7	4	3	1	8	5	6
Серия 4	8	1	6	7	5	2	4	3
Серия 5	3	8	1	6	4	5	2	7

Нужное значение факторов устанавливали поочередно в каждой точке плана матрицы в порядке реализации текущей серии эксперимента в соответствии с матрицей планирования и поддерживали эти значения постоянными в течение опыта. Параметр оптимизации $y_1(\frac{H_{\mu П}}{H_{\mu M}})$ фиксировали по окончании опыта и заносили в табл.4.

Таблица 4

Результаты измерений параметра $y_1(\frac{H_{\mu П}}{H_{\mu M}})$

Номер опыта	Результаты эксперимента в сериях			
	Y11	Y12	Y13	Y14
1	1.79	1.91	1.73	1.86
2	1.61	1.54	1.58	1.46
3	1.77	1.81	1.79	1.84
4	1.42	1.69	1.39	1.64
5	1.58	1.41	1.60	1.42
6	1.32	1.17	1.24	1.21
7	1.49	1.27	1.41	1.35
8	1.34	1.17	1.28	1.21

Последующая обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ, для чего была реализована программа в среде математического программирования Math Cad.

Исследование зависимости $\frac{H_{\mu П}}{H_{\mu M}} = f(A, v, \alpha)$. Воспроизводимость измерений проверяли путем подсчета среднего показателя параметра оптимизации процесса при реализации параллельных наблюдений, также была рассчитана выборочная дисперсия воспроизводимости параллельных наблюдений для каждой точки плана матрицы. Однородность дисперсий проверили по критерию Кохрена.

Определили значимые коэффициенты регрессии и их значения с использованием критерия Стьюдента. Расчетные значения коэффициентов представлены в табл.5. В математическую модель процесса включили только значимые коэффициенты. Получили уравнение регрессии в виде

$$Y = 1.50625 - 0.11437 \cdot X1 - 0.16437 \cdot X3 . \qquad (2)$$

Таблица 5

Коэффициенты уравнения регрессии

Коэффициент	Значение	t - критерий	Значимость
b_0	1,50625	96,55	Да
b_1	-0,11437	7,275	Да
b_2	-0,02062	1,28	Нет
b_3	-0,16437	10,51	Да
b_{12}	0,02125	1,35	Нет
b_{13}	0,015	1	Нет
b_{23}	-0,00625	0,4	Нет
b_{123}	0,01312	0,83	Нет

Проверка адекватности модели. Адекватность модели проверили по формуле Фишера. Табличное значение F =2,62 (при принятом количестве степеней свободы и уровне значимости). Поскольку $F_{расч} \langle F_{табл}$, то гипотеза адекватности принимается. Были найдены коэффициенты уравнения регрессии в действительных значениях. После простейших преобразований получили:

$$\frac{H_{\mu П}}{H_{\mu M}} = 1{,}901 - 0{,}017A - 0{,}0046\alpha .$$

Так как в уравнении регрессии все коэффициенты, стоящие при x_2, незначимые, то данный фактор можно не учитывать. Фактор x_1 (амплитуда ультразвуковых колебаний А (мкм)) оказывает большее влияние на показатель параметра оптимизации по сравнению с фактором x_3 (угол между осью волновода и направлением вектора продольно-крутильных колебаний α (градусов)). Это следует учитывать при контроле процесса. Следовательно, на микротвердость покрытия наибольшее влияние оказывает амплитуда ультразвуковых колебаний. Существенен также параметр угла наклона вектора продольно-крутильных колебаний. Частота колебаний влияет незначительно. Знаки коэффициентов уравнения регрессии отрицательны, что говорит о том, что увеличение микротвердости можно достичь уменьшением параметров A и α .

Методика оптимизации. Оптимизация проводилась методом крутого восхождения и начиналась от основных уравнений значимых факторов $x_{1осн}$ и $x_{3осн}$.Факторы изменялись пропорционально величинам коэффициентов регрессии с учетом их знаков. План крутого восхождения учтен при расчете в среде математического программирования Math Cad.

С целью проверки полученной модели оценили показатель параметра оптимизации по полученному уравнению регрессии, используя рассчитанные значения факторов в плане крутого восхождения. Это необходимо не для предсказания выхода процесса, а для определения направления движения. Данные "мысленных опытов " представлены в табл.6.

Таблица 6

"Мысленный эксперимент" для уравнения $\frac{H_{\mu П}}{H_{\mu M}} = 1{,}901 - 0{,}017A - 0{,}0046\alpha$

Номер шага крутого восхождения	А, мкм	α^0	«Мысленное значение» $H_{\mu П} / H_{\mu M}$
1	9.5	38.2	1.558
2	8.6	31.4	1.605
3	7.7	24.6	1.652
4	6.8	17.2	1.702
5	5.9	10	1.751
6	5.07	2.8	1.8
7	4.24	4.4	1.846

Полученный "выход" показывает, что направление движения выбрано верно - микротвердость покрытия возрастает. Вместе с тем показано, что нет необходимости в проведении опытов 1-3, так как эффект варьирования параметров в указанных областях незначителен.

Реализация оптимальных режимов для микротвердости покрытия. В соответствии с планом крутого восхождения были проведены дополнительные эксперименты по вышеуказанной методике. Результаты экспериментов представлены в табл.7. Приведенные данные показывают, что экстремальное значение параметр $H_{\mu П} / H_{\mu M}$ принимает в точке 5 при следующих оптимальных режимах: $A = 5{,}9$ мкм, $\alpha = 10°$.

Таблица 7

Результаты дополнительных экспериментов

Номер шага	А, мкм	α^0	$H_{\mu П} / H_{\mu M}$
3	7,7	24,6	1,91
4	6,8	17,2	2,08
5	5,9	10	2,15
6	5,07	2,8	2,03

Выводы. При постоянных параметрах напряжения разрядного импульса, емкости разрядного конденсатора и скорости перемещения электрода:

1) на микротвердость покрытия наибольшее влияние оказывает амплитуда ультразвуковых колебаний;

2) существенен также параметр угла наклона вектора продольно-крутильных колебаний;

3) частота колебаний влияет незначительно;

4) знаки коэффициентов уравнения регрессии отрицательны, т.е. увеличение микротвердости можно достичь уменьшением параметров A и α.

5) оптимальные значения акустических параметров ЭЛАН по критерию твердости: амплитуда ультразвуковых колебаний A =12 мкм, частота ультразвуковых колебаний f =20 кГц, угол между осью волновода и направлением вектора продольно-крутильных колебаний α =45°.

Библиографический список

1. Минаков В.С. Электроакустическое напыление / В.С. Минаков, А.Н. Кочетов // СТИН. – 2003. – № 4. – С.32-35.

2. Аль-Тибби В.Х. Получение наноструктурных материалов методом электроакустического напыления: журнал / В.Х. Аль-Тибби, В.С. Минаков, Д.Д. Дымочкин // СТИН. – 2007. – № 4. – С.28-32.

3. Минаков В.С. Разработка комплексных механических и электро-физических процессов обработки на основе использования энергии трансформируемых ультразвуковых колебаний: дис…д-ра техн. наук: 05.03.01 / – Ростов н/Д, 1989. – 516 с.

4. Кочетов А.Н. Барьерно-дислокационный механизм упрочнения деталей машин методом электроакустического напыления: дис. ... к-та техн. наук: 05.03.01 / – Ростов н/Д, 1998. – 241 с.

5. Кохановский В.А. Организация планирования эксперимента / В.А. Кохановский, М.Х. Сергеева. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008.

Материал поступил в редакцию 15.03.10.

D.N. MALEYEV, W.H. AL-TIBBI, D.A. CHILIKIN

OPTIMIZATION OF THE ELECTRO-ACOUSTIC SPUTTERING PROCESS BY THE MICROHARDNESS CRITERION

Influence of acoustic parameters (amplitude of ultrasonic oscillations A (mcm), frequency of ultrasonic oscillations (Khz), and a corner between the axis of the wave guide and the vector direction of longitudinal-twisting oscillations (degrees)) process of an electro-acoustic dusting of the protective coatings on quality of coating (micro hardness) is investigated. On the basis of the executed research the mathematical model of dependence of micro hardness of a coating from acoustic parameters of process is developed and adequacy of the received model is checked.
Keywords: acoustic parameters, amplitude of ultrasonic oscillations, frequency of ultrasonic oscillations, longitudinal-twisting oscillations, mathematical model, adequacy of the model.

МАЛЕЕВ Данил Николаевич (р. 1985), аспирант первого года обучения кафедры «Автоматизация производственных процессов» Донского государственного технического университета. Окончил Донской государственный технический университет (2009).
Область научных интересов: ультразвуковые процессы и технологии.
Автор 7 публикаций.

danil_maleev@mail.ru

АЛЬ-ТИББИ Висам Хусамович (р. 1979), кандидат технических наук (2006), преподаватель кафедры «Автоматизация производственных процессов» ДГТУ. Окончил Донской государственный технический университет (2002).
Область научных интересов: ультразвуковые процессы и технологии.
Автор 20 публикаций.

nb1979@mail.ru

ЧИЛИКИН Денис Алексеевич (р. 1983), аспирант третьего года обучения кафедры «Автоматизация производственных процессов» Донского государственного технического университета. Окончил Донской государственный технический университет (2007).
Область научных интересов: ультразвуковые процессы и технологии.
Автор 8 публикаций.

chilikinda@gmail.com

УДК 62-83:681.5

А.В. ЛИТВИН, А.А. ЗАХАРОВ

СИСТЕМА ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН

Представлена электрическая схема аналогового и цифрового блоков системы точного позиционирования элементов машин с использованием программируемого микроконтроллера. Разработана измерительная электрическая система под управлением микроконтроллера PIC18F458. Устройство оборудовано блоком интерполяции, цифровым дисплеем и матричной клавиатурой для задания параметров. Для обеспечения точного позиционирования используются оптические инкрементальные энкодеры и аппаратные умножители аналогового сигнала.

Ключевые слова: *управление, микроконтроллер, интерполяция.*

Введение. Выполнение заданных функций машин и приборов требует определенного взаимного положения рабочих и вспомогательных органов. Задача позиционирования может быть решена на базе микроконтроллеров, что во многих случаях является эффективнее использования мощных вычислительных систем.

В статье описано решение задачи управления системой точного позиционирования с разбиением на следующие подзадачи: обработка сигналов от датчиков положения, управление электроприводом, интерфейс пользователя.

Основные узлы системы точного позиционирования. В системах позиционирования подвижных механизмов применяются разные типы электрических двигателей: коллекторные двигатели постоянного тока и бесколлекторные, к которым относятся шаговые и вентильные двигатели, асинхронные, синхронные и асинхронизированные синхронные двигатели переменного тока.

В качестве ключей, коммутирующих обмотки электродвигателей с силовыми линиями, используются биполярные транзисторы с изолированной базой (IGBT), силовые полевые транзисторы с изолированным затвором (MOSFET), полностью управляемые тиристоры (GTO) и триаки, работающие в цепях переменного тока [1].

Для информационной связи по положению между позиционируемым объектом и устройством приема и обработки информации применяются оптоэлектронные растровые преобразователи линейных перемещений [2].

В угловых оптоэлектронных растровых преобразователях перемещений в качестве меры длины используется радиальная шкала, являющаяся носителем регулярного и кодового растров.

Принцип работы преобразователей угловых перемещений основан на регистрации относительной величины прошедшего через растровое сопряжение потока оптического излучения как координатно-периодической функции взаимного углового положения регулярного растра шкалы и растров окон анализатора.

Схемотехническое решение системы точного позиционирования. В основе разработанной системы точного позиционирования лежит формирователь сигнала с интерполятором (рис.1) и цифровое устройство управления и математической обработки (рис.2).

Входные электрические цепи преобразуют выходной сигнал датчика положения в два синусоидальных сигнала, смещенных друг относительно друга на 90 градусов. Операционные усилители (TL084 или AD8606) образуют симметричные входные каскады для каждой сигнальной линии датчика. Выходной сигнал оптоэлектронного преобразователя согласуется по электрическим параметрам с входами последующих цепей устройства. Преобразованный сигнал поступает на вход интегральной схемы RLX A2510, представляющей собой программируемый умножитель частоты аналогового сигнала. Режим работы умножителя задается двоичным кодом, поданным на входы A0 и A1. Корректная работа входных каскадов обеспечивается подбором параллельно включенных в цепи обратных связей операционных усилителей и аналоговой земли сопротивлений и емкостей. Интерполированный сигнал с выхода умножителя поступает на микросхему дифференциального передатчика DS26LS31 для согласования с блоком математической обработки и индикации. Ограничение величины тока в цепи питания оптопар датчика положения осуществляется сопротивлениями R3, R8, R9.

Блок математической обработки и индикации выполнен на базе микроконтроллера PIC18F458 [3], работающего на частоте 40 МГц. Выходные сигналы блока интерполяции через разъемы XS3 и XS4 поступают в микросхему дифференциального приемника КР559ИП11. Обработка сигналов блока интерполяции выполняется в режиме прерывания. Программный счетчик определяет число четвертей периода входного сигнала и производит пересчет сигналов в угловые или линейные координаты в необходимом масштабе.

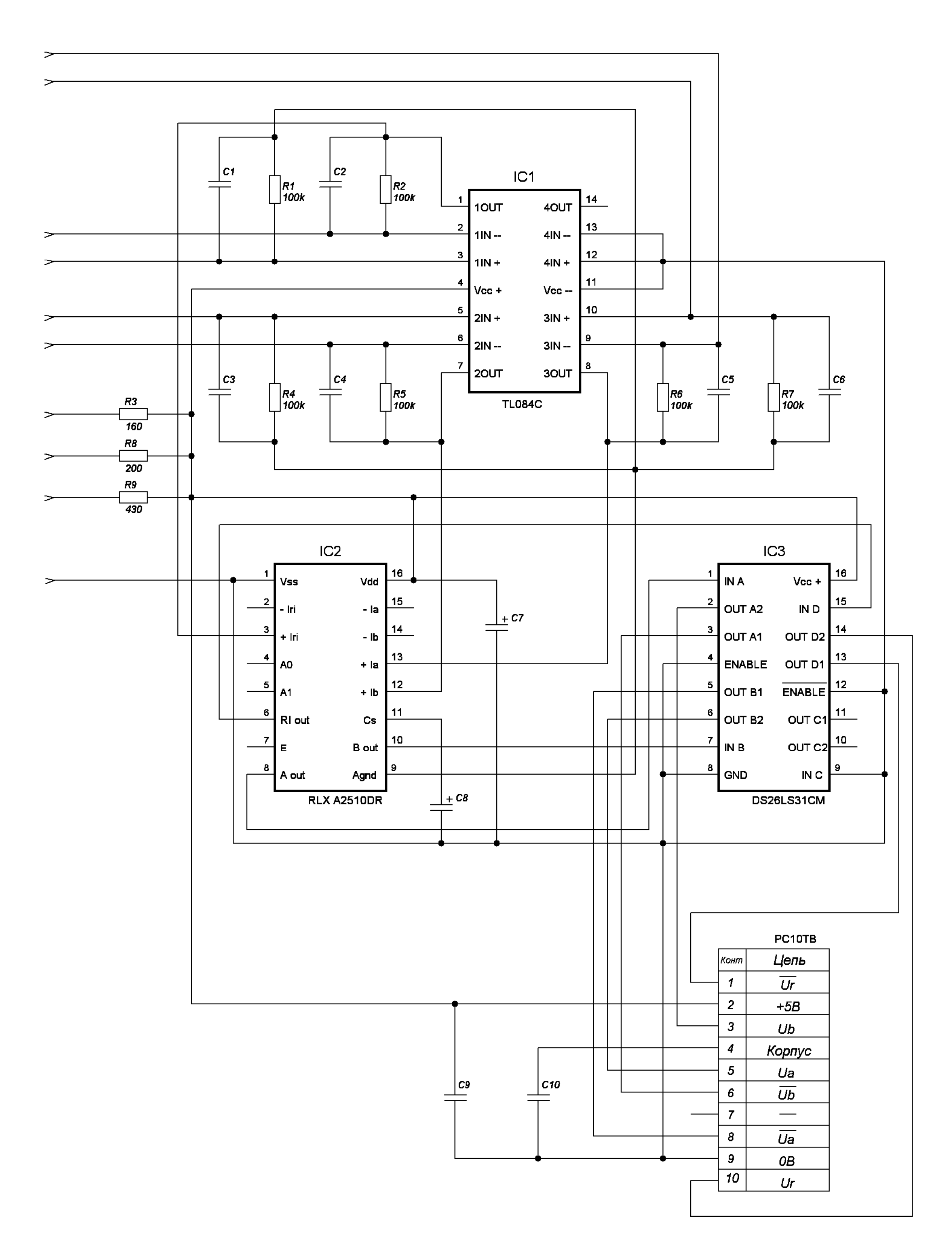


Рис. 1. Электрическая схема интерполятора и формирователя сигнала

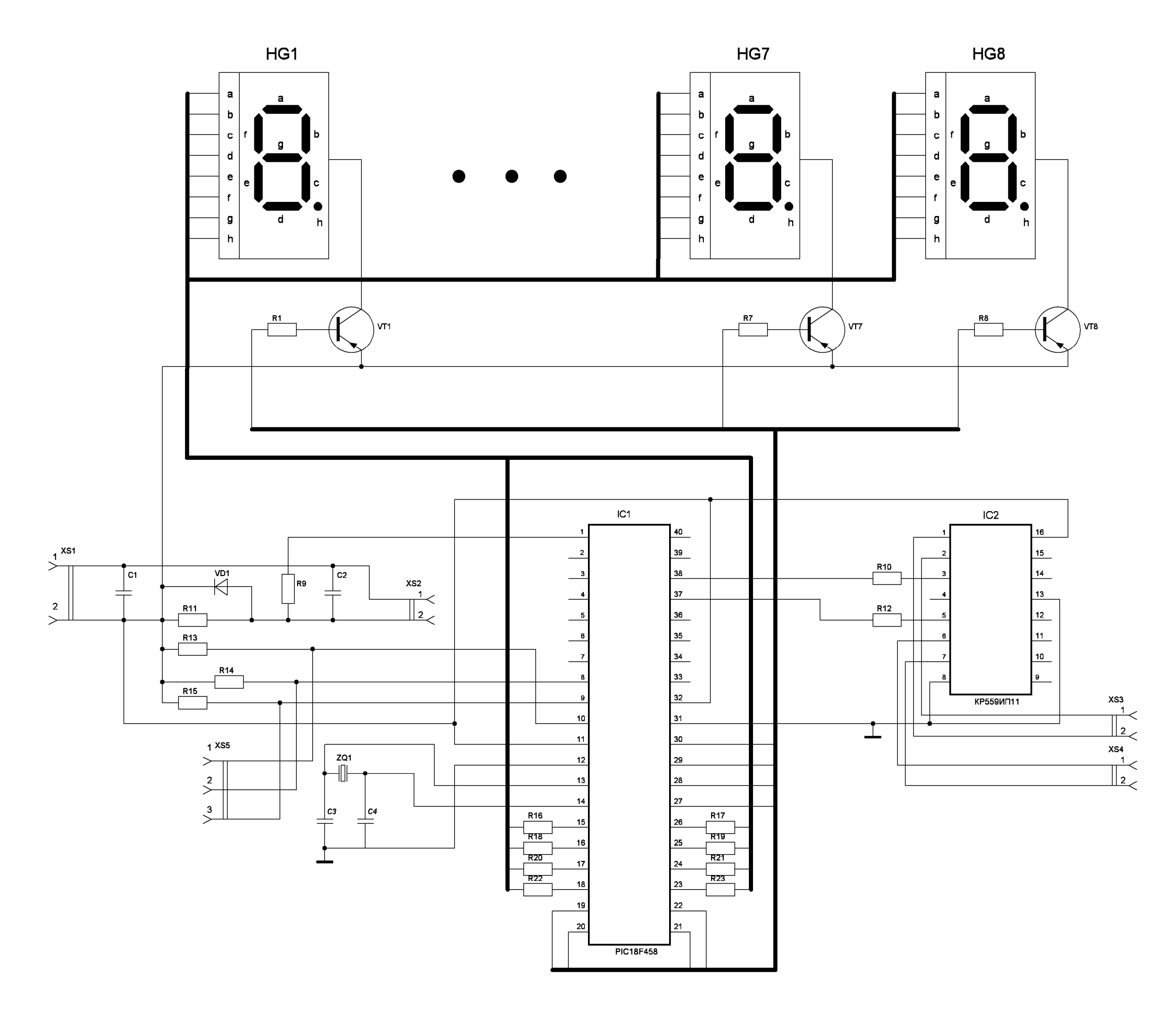


Рис. 2. Электрическая схема устройства управления

Программа обработки сигнала блока интерполяции написана в командах вычислительного ядра микроконтроллера, что позволило ее оптимизировать. Программный код осуществляет подсчет выходных импульсов блока интерполяции, представляющих собой двухразрядный код Грея, и определяет положение подвижного органа устройства. Направление движения органа относительно пространственной координаты определяется фазовым смещением входного сигнала.

Повышение характеристик точности перемещений пропорционально увеличивает вычислительную нагрузку на систему управления при фиксированных показателях скорости перемещения. Без использования аппаратных блоков обсчета инкрементальных энкодеров (QEI интерфейсы) максимальное количество оборотов вала двигателя в минуту будет зависеть от рабочей частоты вычислительного ядра и длины программного кода, отвечающего за расчет текущей координаты.

Обработчик прерываний обеспечивает пропускную способность сигнальных линий 250 кГц. Достаточный запас рабочей полосы частот позволяет подключать инкрементальные преобразователи с любым числом растров без значительного уменьшения предельной скорости перемещения подвижного органа.

Параметры управления вводятся с помощью интерфейса, состоящего из клавиатурной матрицы и цифрового индикатора.

При включении устройства константы необходимые для расчета позиции и скорости перемещения подвижного элемента перемещаются из области перезаписываемого постоянного запо-

минающего устройства микроконтроллера в оперативные регистры. Изменение констант возможно динамически в процессе функционирования системы позиционирования. Многоразрядные вычислительные операции осуществляются подпрограммами и включают в себя: 32-битное умножение и 48-битное деление с удвоенной точностью, двоично-десятичное преобразование и 40-битное сложение.

Индикация происходит в динамическом режиме с помощью управляющих сигналов, подающихся через порт "C" микроконтроллера на транзисторы, включенные между шиной питания и общими анодами цифровых индикаторов. Координаты перемещения подвижного органа в виде семисегментного кода выводятся через порт "D" микроконтроллера. Порт "E" используется для подключения клавиатуры. Элементы R9, R11, VD1 и C2 образуют цепь сброса микроконтроллера при запуске и при замыкании выводов разъема XS2. Разъем XS1 служит для подвода питающего напряжения.

Расчет точности позиционирования. Точность позиционирования зависит от конструктивных особенностей как электродвигателя, используемого в качестве исполнительного элемента, так и от конкретной реализации обратной связи по положению и скоростных характеристик системы управления. Применение в качестве датчика обратной связи абсолютного энкодера позволяет достигнуть точности позиционирования (в градусах), равной

$$X = 360 / N, \qquad (1)$$

где N – разрядность кода Грея на выходе датчика.

При использовании угловых инкрементальных энкодеров

$$X = 360 / (n * I * 4), \qquad (2)$$

где n – число растов, приходящихся на один оборот вала энкодера; I – коэффициент интерполяции.

Контроль линейных перемещений осуществляется либо непосредственно линейными инкрементальными энкодерами, либо косвенно через угловые энкодеры и шаг винта при использовании кинематической пары винт – гайка. Применение винтов типа ШВП (шарико-винтовая передача) вносит механическую погрешность позиционирования не более 0,1 мкм. Достижимая точность (в миллиметрах) рассчитывается по формуле

$$X = Nb / (Nd * 4 * I) \pm Q, \qquad (3)$$

где Nb – шаг винта; Nd – число импульсов, приходящихся на один оборот вала энкодера; Q – вносимая механическая погрешность позиционирования, зависящая от используемой кинематической передачи; I – коэффициент интерполяции.

Заключение. Предложенная нами система точного позиционирования установлена на универсальном токарном станке 16К20 совместно с угловыми фотоэлектрическими преобразователями BE178A5 (количество растров 2500) и ШВП винтами (шаг 5мм) на всех координатах. Предельная достигнутая точность составила 0,1 мкм. Эта же система, установленная на листогибочном станке с датчиком аналогичного типа, соединенным непосредственно с поворотной плитой станка, позволила получить точность углового перемещения до одной секунды. Использование вышеописанной системы позиционирования с соответствующими датчиками положения и кинематическими передачами позволяет изготавливать детали высокого класса точности.

Библиографический список

1. Герман-Галкин С.Г. Силовая электроника: лабораторные работы на ПК / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: Корона принт, 2007. – 305 с.

2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин. – М.: Техносфера, 2005. – 632с.

3. Stephen Bowling PIC18CXXX/PIC16CXXX DC Servomotor Application. Microchip Technology Inc. Chandler, AZ, 2002. – 49 c.

Материал поступил в редакцию 24.03.10.

A.V. LITVIN, A.A. ZAKHAROV

FINE POSITIONING SYSTEM OF MACHINE PARTS

Electric circuit of analog and digital units of fine positioning system of machine parts using the programmable microcontroller is presented. The instrumentation electric drive controlled with PIC16F877A microcontroller is designed. The device is equipped with the interpolation unit, the digital display and the matrix keyboard for parameters setting. Optical incremental encoders and hard multipliers of analogue signals are used for the fine positioning.
Keywords: control, microcontroller, interpolation.

ЛИТВИН Анатолий Витальевич (р. 1944), кандидат технических наук (1975), доцент (1983) кафедры «Приборостроение» Донского государственного технического университета (ДГТУ). Окончил РИСХМ (1969).
Область научных интересов: компьютерные технологии в приборостроении, автоматизированные методы проектирования.
Имеет более 105 научных публикаций.

alitvin@dstu.edu.ru

ЗАХАРОВ Алексей Алексеевич (р. 1986), магистрант ДГТУ, направление «Биомедицинская инженерия».
Область научных интересов: вычислительные системы в медицине и в промышленности.
Опубликована 1 научная работа.

alekseyzakharov@rambler.ru

УДК 681.5:519.819:331.45

О.В. ОЛЬХОВИК, А.А. ПЕТРИКИН, И.В. БОГУСЛАВСКИЙ

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Рассматривается концептуальная модель построения автоматизированной системы поддержки принятия решений в условиях чрезвычайной ситуации на машиностроительном предприятии.
Ключевые слова: *автоматизированная система, визуализация, концепция, чрезвычайная ситуация, моделирование, информация.*

Введение. Согласно статистике [1], за прошедшие два года (2008-2009 гг.) в Российской Федерации произошло 2578 чрезвычайных ситуаций (ЧС), из них 2236 – техногенного характера, в результате которых пострадало 4049 человек, погибло 5178 человек. Структура количественных показателей ЧС по их видам показана на рис.1.

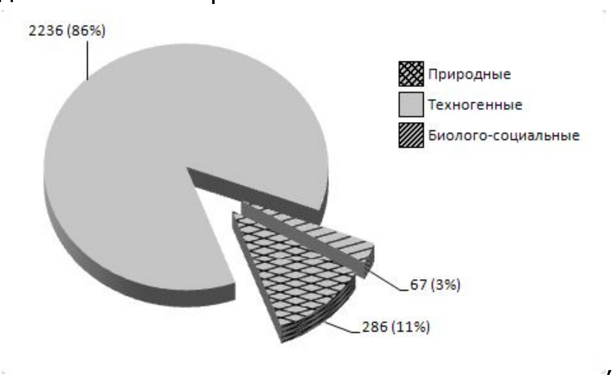


Рис. 1. Данные о чрезвычайных ситуациях в РФ за 2008-2009 гг.

Следует отметить, что действия людей при возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС) техногенного характера определяются должностными инструкциями, однако принятие обоснованных решений именно на начальных стадиях развития и ликвидации аварийной ситуации в наибольшей степени может обеспечить эффективное использование имеющихся сил и средств для скорейшей ликвидации аварии и минимизации ее последствий. На сегодняшний день специалистам и руководителям служб и подразделений, участвующим в ликвидации последствий аварийных ситуаций, как правило, на начальном этапе приходится работать в условиях недостатка информации и исходных данных об объекте. Отсюда вытекает основная проблема управления в ЧС – принятие решений задерживается из-за необходимости поиска документации об объекте, ее обработки, доведения структуры и конструктивных особенностей объекта до рядовых сотрудников служб и подразделений. Особенно часто такие задержки могут иметь место при ликвидации аварий на производственных комплексах, имеющих сложную инфраструктуру [2].

В этом свете актуальной проблемой является создание системы поддержки принятия решений в условиях ЧС на потенциально опасных производствах, а также на предприятиях, имеющих развитую инфраструктуру.

Постановка задачи. Система поддержки принятия решений (СППР) в условиях ЧС должна служить первоочередной цели – спасению людей и второстепенной – снижению материального ущерба от ЧС. Такая система должна анализировать и предоставлять в удобной форме информацию, необходимую для принятия решения по эвакуации людей и принятию мер для ликвидации ЧС.

Система призвана решать следующие задачи:

- решение трудноформализуемых задач при управлении ликвидацией ЧС, обусловленных неполнотой и противоречивостью исходных данных;
- анализ, мониторинг и визуализация развития ЧС;
- моделирование развития ЧС с возможностью интерполяции времени распространения полей опасных факторов;
- повышение точности расчетов в условиях ограничения времени и выделяемых ресурсов;
- выработка информации, которая способствует принятию оптимальных управленческих решений;
- учет работы средств обеспечения безопасности.

Метод решения. Для организации эвакуационных мероприятий необходимо знать, где и сколько людей находится в здании, какие пути эвакуации для них доступны, сколько человек уже покинуло опасную зону и сколько в ней еще осталось. Такие сведения можно получить из информационной системы предприятия. Поэтому СППР должна тесно интегрироваться с информационной системой предприятия, иметь возможность получать данные о штатном составе, распределении персонала по зданию, а также информацию из системы контроля и учета доступа, если она установлена.

С другой стороны, СППР должна интегрироваться с комплексами систем внутренней безопасности, получать от них сигналы, извещения и иметь возможность передавать управляющие воздействия.

И, наконец, СППР должна не только автоматически оповещать о возникновении ЧС лиц, принимающих решения, но и передавать им информацию о возможном сценарии развития ЧС на основе оценки факторов риска, модели распространения ЧС и фактической информации, необходимой для организации эвакуации и организации мероприятий, направленных на ликвидацию ЧС.

Для взаимодействия с системами внутренней безопасности может быть использован протокол BACnet, который успешно зарекомендовал себя на практике в автоматических мультивендорных системах. Взаимодействие с информационной системой предприятия может осуществляться посредством ODBC либо XML. Предоставление информации, необходимой для принятия решения, может осуществляться через Интернет и/или GPRS.

Для представления данных, необходимых при принятии решения, использована трехмерная визуализация – метод, который за несколько последних лет стал превалирующим во многих отраслях. Также метод 3D-визуализации выбран в соответствии с указанием МСЧ России от 28.02.2008 № 5/8/55 и приказом ЮРЦ МЧС России № 268 от 03.07.2009 «О формировании базы данных моделей потенциально опасных объектов, социально значимых и объектов с массовым пребыванием людей в 3D формате».

Для достижения поставленных целей и успешного решения задач, определенных выше, система может иметь структуру, показанную на рис.2.

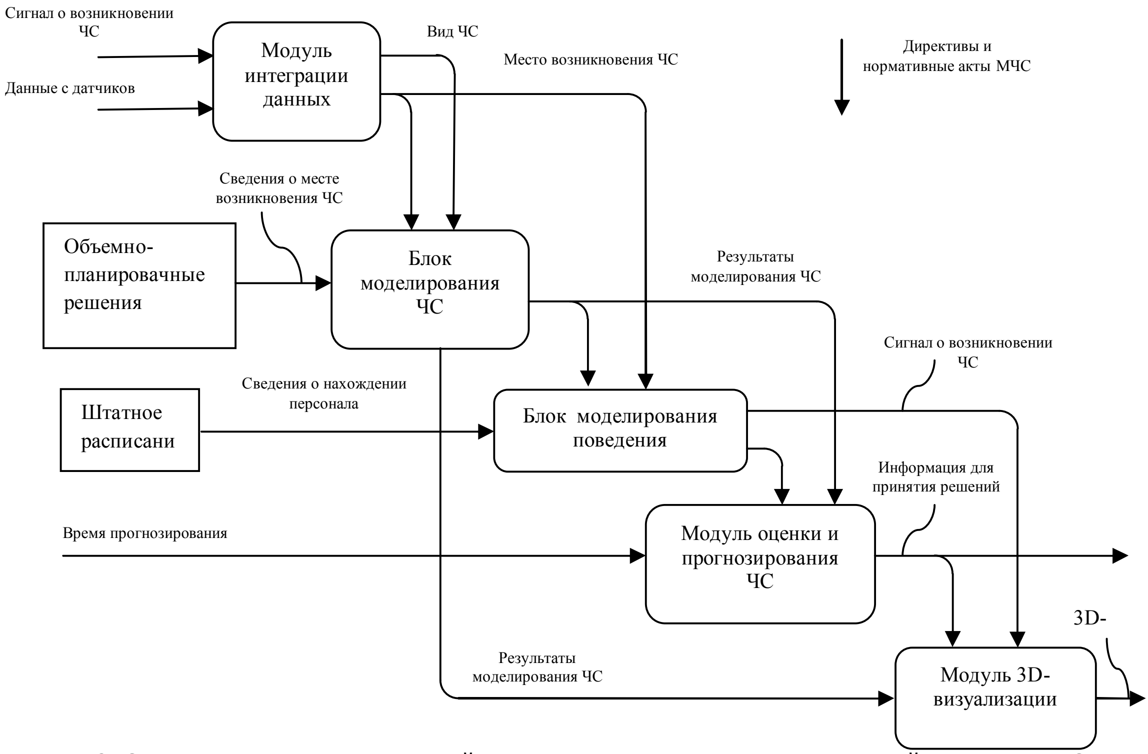


Рис 2. Структура автоматизированной системы поддержки принятия решений в условиях ЧС

Модуль интеграции данных предназначен для сбора данных, необходимых для моделирования ЧС из различных источников, и преобразования их в единый формат. В качестве источников данных могут рассматриваться:

- автоматические или автоматизированные системы безопасности (например, пожаротушения), поставляющие данные о месте и виде возникшей ЧС;

- информационная система предприятия, в частности кадровая подсистема, содержащая данные о штатном расписании сотрудников предприятия и графике трудового процесса;
- система контроля и управления доступом, содержащая точные сведения о фактическом нахождении сотрудников на территории предприятия или даже в месте возникновения ЧС.

На выходе модуль интеграции данных, во-первых, выдает информацию о месте возникновения ЧС, ее виде и, возможно, степени опасности. Эта информация должна формироваться на основе данных, поступающих от датчиков систем безопасности.

Во-вторых, модуль должен предоставлять информацию о геометрии места возникновения ЧС, оборудовании и других предметах, находящихся в нем, данные о свойствах материалов. Эти сведения необходимы для моделирования ЧС и построения модели эвакуации. Они могут храниться во внутренней базе данных системы.

В-третьих, модуль должен выполнить оценку вероятного количества людей, находящихся в очаге возникновения ЧС. Наиболее достоверным источником для такой оценки может служить система контроля и управления доступом, если ею оборудованы все помещения предприятия. Однако на практике сейчас большинство промышленных предприятий имеют систему контроля доступа только на проходных и в помещениях с высоким уровнем секретности. Поэтому источником для выполнения оценки может стать информационная система предприятия, содержащая данные о штатном расписании и рабочем графике.

Блок моделирования ЧС. Блок моделирования ЧС получает на вход информацию об очаге возникновения ЧС, виде ЧС, сведения из базы данных о расположении помещения в здании, его свойствах, а также характеристика объектов, расположенных в помещении. Используя точные математические модели, система позволяет моделировать ЧС – пожары как наиболее часто встречающиеся на машиностроительном предприятии. Для моделирования других ЧС необходимо провести исследовательскую работу по определению круга наиболее вероятных ЧС на предприятиях.

Моделирование развития пожара осуществляется на основе «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденной МЧС приказом №382 от 30 июня 2009 года.

Понятие моделирования пожаров охватывает физическое и математическое представление всех процессов, так или иначе связанных с возникновением и развитием пожара, включая физические, физико-химические и химические процессы, сопровождающие пожар, воздействие опасных факторов пожара на человека, поведение людей в экстремальных ситуациях, стратегию и тактику пожаротушения, оценку потенциального и фактического ущерба от пожаров. В этом смысле понятие моделирования пожаров практически сливается с понятием теории пожара.

По типу математического аппарата различают следующие модели:
- детерминированные;
- вероятностные;
- смешанные (детерминированные - вероятностные);
- имитационные.

Наиболее эффективным инструментом прогноза и изучения пожаров являются детерминированные математические модели.

Все многообразие детерминированных математических моделей развития пожара в помещениях (внутренние пожары) можно разделить на три группы:
- интегральные (модели первого поколения);
- зонные (модели второго поколения);
- полевые (CFD) (модели третьего поколения).

Наряду с детерминированным моделированием следует отметить и вероятностные оценки распространения пожара на основе статистической обработки данных по реальным пожарам.

Выбор конкретной модели для расчета динамики развития пожара осуществляется индивидуально, в зависимости от конструктивных особенностей здания [3].

Блок моделирования поведения персонала. Моделирование поведенческих реакций сотрудников предприятия осуществляется на основе данных о штатном расписании сотрудников, структуре здания, результатов моделирования и данных о месте возникновения ЧС.

Для проведения соответствующих расчетов в России уже около тридцати лет используется модель движения людских потоков - ADPLV ("Анализ движения людских потоков, вероятность"), где все пути внутри здания представлены как множество взаимосвязанных элементарных участков длиною около метра, на которых в последовательные моменты времени пересчитываются параметры движения людей. На базе модели было разработано одноименное приложение для расчета времени эвакуации из здания, включая начало и завершение движения по каждому участку

строения. Кроме того, ADPLV позволяет выделять участки с образованием критически высокой плотности, для которой помимо значения можно посчитать время ее образования и рассасывания, а также срок существования.

Это программное обеспечение было сертифицировано тогда еще Госстандартом РФ, однако пока более распространенной методикой подсчета остается ручное калькулирование по формулам из ГОСТ 12.1.004-91. Последний учитывает такие свойства движения людских потоков, как пересечение границы смежного участка пути, слияние и расчленение, а также частично позволяет принять во внимание образование и рассасывание скоплений. ADLPV более близка к реальности, так как позволяет рассчитать время эвакуации с учетом переформирования, растекания, неодновременности слияния, разуплотнения и неоднородности людского потока (например, наличие инвалидов).

Выбор конкретного способа определения расчетного времени эвакуации производится с учетом специфических особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента (его однородности) людей, находящихся в нем. Поэтому в состав математического ядра моделирования движения людских потоков входит три модели:

- упрощенная аналитическая модель движения людского потока;
- математическая модель индивидуально-поточного движения людей из здания;
- имитационно-стохастическая модель движения людских потоков (ADLPV).

Результаты, полученные в ходе моделирования, позволяют рекомендовать меры совершенствования методики подготовки персонала к действиям в чрезвычайной ситуации, а также учета факторов естественного поведения людей при назначении расчетных методов определения времени начала эвакуации.

Модуль оценки и прогнозирования ЧС. На основе данных, поступивших из блоков моделирования ЧС и блока моделирования поведения персонала, данный модуль вырабатывает информацию, которая будет полезна лицу, принимающему решения (ЛПР).

Кроме того, в этом модуле выстраивается (или выбирается типичный) сценарий развития ЧС, по которому далее строится 3D-визуализация. В модуле должна быть предусмотрена возможность выбора как наиболее вероятного, так и наиболее опасного сценария. При этом модуль должен формировать данные, необходимые для 3D-визуализации развития ЧС на заданном интервале времени, что позволит лицу, принимающему решения, оценить возможное развитие ситуации в будущем.

Модуль 3D-визуализации. Метод трехмерной визуализации позволяет с большой точностью воссоздать окружающий мир и смоделировать сценарии различных событий, которое могут произойти, в том числе, особое внимание стоит уделить моделированию различных чрезвычайных ситуаций. Метод трехмерной визуализации наиболее подходит для наглядного представления результатов моделирования развития ЧС. Благодаря этому методу возможно визуально проанализировать эффективность эвакуации людей, качественно оценить эффективность работы систем безопасности жизнедеятельности, количественно оценить ущерб, нанесенный ЧС.

Трехмерная визуализация включает в себя разработку 3D модели защищаемого здания (сооружения), а также моделирование его внутренней структуры с учетом конструктивных особенностей, в том числе и моделирование внутренней обстановки помещений. Вся информация, необходимая для построения модели, хранится в базе данных.

На основе данных, поступающих из блока моделирования ЧС, блока моделирования поведения персонала, а также из модуля оценки и прогнозирования для ЛПР в трехмерном пространстве строится предельно четкая картина того, какая ЧС произошла, где расположены люди, какими путями они будут эвакуироваться, будет ли завершена эвакуация до момента блокирования путей эвакуации опасными факторами ЧС. Ответы на эти вопросы имеют большое практическое значение, так как позволяют в краткий период оценить обстановку в здании и принять оптимальное управленческое решение, а также координировать действия служб спасения.

Помимо трехмерного изображения лицо, принимающее решение, получает информацию в виде текста. Это небольшие текстовые сообщения служат пояснением того, что визуализуется на данные момент, а также любая другая информация, полезная в принятии решений (например, информация о том, что расчетное время эвакуации не превышает времени блокирования путей эвакуации).

Выводы. Мы основываемся на том предположении, что качество принимаемых в условиях ЧС решений можно повысить за счет применения наиболее доступного и удобного способа подачи информации. Таковым, на наш взгляд, является трехмерная визуализация сценария развития ЧС, снабженная краткими текстовыми комментариями. Поэтому наша дальнейшая работа прежде всего будет направлена на отработку технологий создания и применения трехмерных моделей про-

мышленных предприятий для возможностей имитационного моделирования аварийных ситуаций. Для этого нам потребуется решить следующие задачи:

- выбор (разработка) наиболее приемлемых с учетом достоверности и вычислительной сложности математических моделей развития различных типов ЧС;
- выбор модели эвакуации, учитывающей особенности машиностроительных предприятий, таких как сложность инфраструктуры и топологии;
- выбор метода визуализации результатов моделирования ЧС.

Мы также считаем, что для создания сценария развития ЧС необходимо решить задачу интеграции с различными системами предприятия, начиная от автоматических систем защиты и заканчивая информационными системами класса ERP.

Данная работа имеет постановочный характер. Авторы будут признательны за любые замечания, высказанные по содержанию статьи.

Библиографический список

1. Сайт МЧС. Статистические данные о чрезвычайных ситуациях на территории Российской федерации. Электрон.ресурс. Режим доступа: http://www.mchs.gov.ru/stats/ (дата обращения 28.02.2010).

2. Пресс-центр Autodesk . Применение трехмерного моделирования для минимизации последствий аварийных ситуаций на ядерно- и радиационно опасных объектах. Электрон.ресурс. Режим доступа: http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/item?siteID=871736&id=11767762 (дата обращения 23.02.2010)

3. Приказ МЧС № 404 от 10.07.09 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». Приложение № 6 «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» с. 2-3. Электрон.ресурс. Режим доступа: http://www.mchs.gov.ru/upload/zakonodatelstvo/prilog6%20300609%20382.doc (дата обращения 24.02.2010).

Материал поступил в редакцию 19.03.10.

O.V. OLKHOVIK, A.A. PETRIKIN, I.V. BOGUSLAVSKIY

CONCEPT OF THE DEVELOPMENT OF DECISION SUPPORT IN EMERGENCY

A conceptual model of the computer-aided decision support system in an emergency situation at the machine-building plant is discussed in the article.

Keywords: the automated system, visualization, concept, emergency situation, simulation, information.

ОЛЬХОВИК Олег Владимирович (р. 1973), заведующий сектором внедрения информационных технологий в учебный процесс ВЦ ДГТУ, кандидат технических наук (2000). Окончил Ростовский государственный университет путей сообщения (1995).
Область научных интересов: базы данных, информационные системы.
Имеет 14 публикаций.

olvick@spark-mail.ru

ПЕТРИКИН Андрей Александрович (р. 1987), ведущий программист сектора мультимедийных технологий ВЦ ДГТУ. Окончил Донской государственный технический университет (2009).
Область научных интересов: автоматизированные системы управления, методы трехмерной визуализации.
Имеет 2 публикации.

БОГУСЛАВСКИЙ Игорь Владимирович (р. 1963), проректор по научно-исследовательской работе и инновационной деятельности ДГТУ, доктор технических наук (1997), профессор (2001) кафедры «Робототехника и мехатроника». Окончил Ростовский-на-Дону институт сельскохозяйственного машиностроения (1985).
Область научных интересов: информационные технологии и организация производства.
Имеет более 180 публикаций, в том числе 3 монографии.

УДК 658.58

С.М. ХАРАХАШЯН, В.П. ДИМИТРОВ, К.Л. ХУБИЯН

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ ОТКАЗОВ

Предложен подход к составлению формализованных описаний внешних признаков отказов машин. Рассмотрен пример применения предлагаемого подхода для основной гидросистемы комбайна «Дон-1500Б». Описан способ формирования перечня элементарных проверок.

Ключевые слова: *техническая диагностика, отказ, элементарная проверка.*

Введение. Зерноуборочный комбайн (ЗК) – самая сложная мобильная машина, применяемая в полеводстве. Эксплуатация комбайна обеспечивается оператором – комбайнером, который в большинстве случаев обладает только поверхностными знаниями о конструкции и технологическом процессе работы машины и еще более ограниченными знаниями и навыками управления техническим состоянием (как известно, нехватка и низкий уровень квалификации кадров – острейшие проблемы сельского хозяйства [1, 2]). Это приводит к тому, что зачастую оператор не в состоянии не только провести техническое обслуживание и ремонт, но даже и грамотно описать внешние проявления отказов и сообщить их мастеру-диагносту либо ввести в экспертную систему [3]. Поэтому общение оператора и мастера-диагноста может напоминать диалог врача с больным: оператор перечисляет «жалобы» на машину, а диагност задает уточняющие вопросы с целью определения внешнего признака неисправности и набора необходимых сведений для дальнейшего диагностирования.

Описанной выше ситуации можно дать рациональное объяснение. Увеличение сложности современных технических и человеко-машинных систем (например, система «оператор – комбайн») привело к тому, что их «поведение» аналогично поведению живых организмов: в нем трудно разобраться и выявить причинно-следственные связи без глубоких знаний об их строении и организации процессов жизнедеятельности. Неподготовленный человек может только заметить отклонения (или нарушения) в поведении при условии, что у него сформировано субъективное представление о «нормальном» поведении.

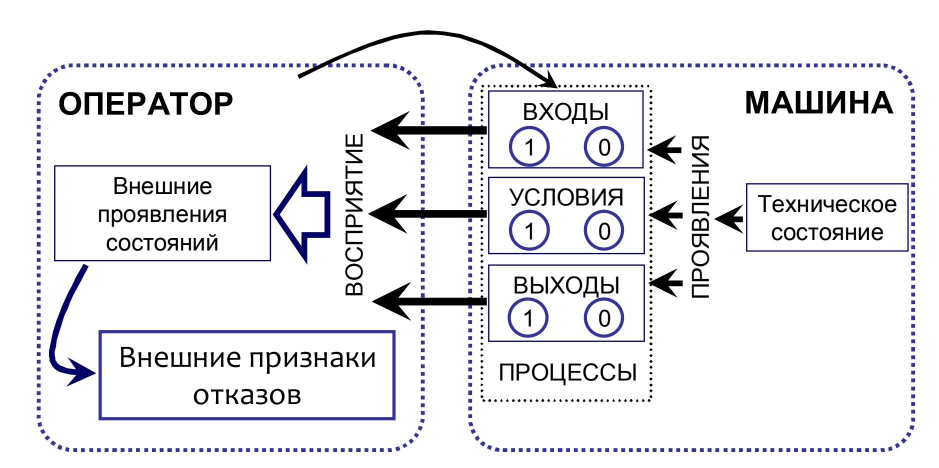
Отметим, что от количества и качества полученной до начала процесса диагностирования информации (априорной информации) зависит эффективность диагностирования и качество диагноза. Ведь если до начала диагностирования известно, что у машины (на примере ЗК «Дон-1500Б») выгрузной шнек не переводится в рабочее положение, то проверке будут подвергнуты только подсистемы поворота выгрузного шнека электрогидравлики и основной гидросистемы [4, 5], а не гидросистема или машина в целом. Поэтому в данной работе рассматривается процесс генерации априорной информации для диагностирования ЗК [6].

Внешние признаки отказов. Рассмотрим взаимодействие оператора с машиной при эксплуатации по назначению. Для описания этого процесса целесообразно представление ЗК в виде системы, взаимодействующей с внешней средой и оператором по контурам обмена, включающим «входы» и «выходы». С точки зрения эффективности эксплуатации наибольшую важность имеет целевой контур, характеризующий выходной эффект от системы [7]. Однако оценка эффекта от эксплуатации комбайна не входит в круг задач оператора, это, скорее, обязанность агронома, инженера, экономиста. Оператор несет ответственность за качество технологического процесса работы машины (и только через это качество влияет на выходной эффект от использования машины), поэтому в нашем случае целесообразно рассматривать взаимодействие по процессному контуру.

Рассмотрим процессный контур основной гидросистемы зерноуборочного комбайна [6]. Входами в этом случае являются управляющие воздействия (команды) оператора. Эти входы обусловливают выполнение определенных операций гидросистемой – процессов. Результатами процессов – выходами – являются новые состояния агрегатов и рабочих органов комбайна. Для осу-

ществления процесса помимо входов необходимо выполнение определенных условий. Например, для выполнения всех процессов основной гидросистемой в работоспособном состоянии условием является работающий двигатель, а если рассматривать процесс опускания жатки, то одновременно с этим условием должно выполняться и следующее – «жатка не находится в крайнем нижнем положении». Отметим, что мы рассматриваем только те условия, выполнение которых поддаётся органолептическому восприятию. В противном случае эти условия никак нельзя ассоциировать с контуром непосредственного обмена «машина – оператор». Условия целесообразно разделить на две группы: исключительные и неисключительные. При этом под исключительными будем понимать условия, выполнение которых обязательно для осуществления процесса (и в работоспособном и в неработоспособном состоянии). Для вышеприведенного примера опускания жатки условие «жатка не находится в крайнем нижнем положении» – исключительное, а «двигатель работает» – неисключительное, так как при некоторых отказах подсистемы подъема/опускания жатки основной гидросистемы жатка может опускаться и при неработающем двигателе.

При решении задач управления техническим состоянием машины рассматриваемый контур обмена вызывает интерес как источник информации о техническом состоянии – внешних признаков отказов (рисунок). Под внешним признаком отказа понимается критерий отказа элемента объекта, воспринимаемый человеком органолептически без использования внешних средств технического диагностирования. Определения терминов «критерий отказа» и «внешнее средство технического диагностирования» взяты в соответствии со стандартами [8, 9].



Внешние проявления состояний объекта диагностирования

Для примера рассмотрим четыре процесса, выполняемых основной гидросистемой комбайна «Дон-1500Б»: подъём жатвенной части, опускание жатвенной части, перевод наклонного выгрузного шнека из транспортного положения в рабочее, перевод наклонного выгрузного шнека из рабочего положения в транспортное.

Приведем краткое описание перечисленных процессов (нумерация процессов взята по общему перечню, составленному нами).

Процесс 1: «ПОДЪЁМ ЖАТВЕННОЙ ЧАСТИ».

Вход: X_1 – «Клавиша «подъём/опускание жатвенной части» находится в положении «Подъём».

Условия: $C_{1.1}$ – «Двигатель работает» – исключительное; $C_{1.2}$ – «Жатвенная часть не находится в крайнем верхнем положении» – исключительное.

Выход: Y_1 – «Положение жатвенной части относительно земли стало выше, чем было».

Процесс 2: «ОПУСКАНИЕ ЖАТВЕННОЙ ЧАСТИ».

Вход: X_2 – «Клавиша «подъём/опускание жатвенной части» находится в положении «Опускание».

Условия: $C_{2.1}$ – «Двигатель работает» – неискючительное; $C_{2.2}$ – «Жатвенная часть не находится в крайнем нижнем положении» – исключительное.

Выход: Y_2 – «Положение жатвенной части относительно земли стало ниже, чем было».

Процесс 15: «ПЕРЕВОД НАКЛОННОГО ВЫГРУЗНОГО ШНЕКА ИЗ ТРАНСПОРТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ В РАБОЧЕЕ».

Вход: X_{15} – «Клавиша «поворот выгрузного шнека» находится в положении «перевод в рабочее положение».

Условия: $C_{15.1}$ – «Двигатель работает» – исключительное; $C_{15.2}$ – «Наклонный выгрузной шнек не находится в рабочем положении» – исключительное;

Выход: Y_{15} – «Наклонный выгрузной шнек находится в рабочем положении».

Процесс 16: «ПЕРЕВОД НАКЛОННОГО ВЫГРУЗНОГО ШНЕКА ИЗ РАБОЧЕГО ПОЛОЖЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОЕ».

Вход: X_{16} – «Клавиша «поворот выгрузного шнека» находится в положении «перевод в транспортное положение».

Условия: $C_{16.1}$ – «Двигатель работает» – исключительное; $C_{16.2}$ – «Наклонный выгрузной шнек не находится в транспортном положении» – исключительное; $C_{16.3}$ – «Привод выгрузного устройства выключен» – неисключительное.

Выход: Y_{16} – «Наклонный выгрузной шнек находится в транспортном положении».

Все перечисленные выше входы, условия и выходы могут принимать два значения: ИСТИНА («Да», «1») и ЛОЖЬ («Нет», «0») (см. рисунок). Поэтому формализованные описания этих процессов представлены в виде выражений алгебры-логики. При этом принято допущение, что входы подаются по одному.

Для процесса 1 внешние проявления работоспособного состояния описываются системой:

$$\left[\begin{array}{l} \overline{X}_1 \wedge \overline{C}_{1.1} \wedge \overline{C}_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge \overline{C}_{1.1} \wedge \overline{C}_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge C_{1.1} \wedge \overline{C}_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge \overline{C}_{1.1} \wedge C_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ \overline{X}_1 \wedge C_{1.1} \wedge C_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ \overline{X}_1 \wedge \overline{C}_{1.1} \wedge C_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ \overline{X}_1 \wedge C_{1.1} \wedge \overline{C}_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge C_{1.1} \wedge C_{1.2} \rightarrow Y_1 . \end{array}\right. \quad (1)$$

Или:

$$\left[\begin{array}{l} \overline{X}_1 \vee \overline{C}_{1.1} \vee \overline{C}_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ X_1 \wedge C_{1.1} \wedge C_{1.2} \rightarrow Y_1 . \end{array}\right. \quad (2)$$

Проявления неработоспособных состояний описываются системой:

$$\left[\begin{array}{l} X_1 \wedge C_{1.1} \wedge C_{1.2} \rightarrow \overline{Y}_1 ; \\ \overline{X}_1 \wedge C_{1.1} \wedge C_{1.2} \rightarrow Y_1 ; \\ X_j \wedge C_{1.1} \wedge C_{1.2} \rightarrow Y_1 , \forall j \neq 1. \end{array}\right. \quad (3)$$

Вход $X_j, \forall j \neq 1$ – вход любого другого процесса.

Приведенные выше выражения удобно представлять в виде таблиц истинности (табл.1).

Таблица 1

Таблица истинности отказов процесса 1

Номер п/п	$X_j, j \neq 1$	X_1	$C_{1.1}$	$C_{1.2}$	Y_1	Отказ
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0
4	0	1	0	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	0	1	0	0
7	0	0	1	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0
9	0	1	1	1	0	1
10	0	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1

Таблицы истинности для процессов 2, 15 и 16 приведены в табл.2, 3 и 4.

Таблица 2

Таблица истинности отказов процесса 2

Номер п/п	$X_j, j \neq 2$	X_2	$C_{2.1}$	$C_{2.2}$	Y_2	Отказ
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0
4	0	1	0	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	0	1	0	0
7	0	0	1	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0
9	0	1	1	1	0	1
10	0	0	1	1	1	1
11	0	0	0	1	1	1
12	0	1	0	1	1	1
13	1	0	1	1	1	1
14	1	0	0	1	1	1

Таблица 3

Таблица истинности отказов процесса 15

Номер п/п	$X_j, j \neq 15$	X_{15}	$C_{15.1}$	$C_{15.2}$	Y_{15}	Отказ
1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0
4	0	1	0	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	0	0	1	0	0
7	0	0	1	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0
9	0	1	1	1	0	1
10	0	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1

Таблица 4

Таблица истинности отказов процесса 16

Номер п/п	$X_j, j \neq 16$	X_{16}	$C_{16.1}$	$C_{16.2}$	$C_{16.3}$	Y_{16}	Отказ
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0
4	0	1	0	1	0	0	0
5	0	1	0	0	1	0	0
6	0	1	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0
8	0	1	1	0	1	0	0
9	0	0	1	1	1	0	0
10	0	0	1	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	0	0
12	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	1	0	1	0	0
14	0	0	1	1	0	0	0
15	0	0	0	1	1	0	0
16	0	1	1	1	1	1	0
17	0	1	1	1	1	0	1
18	0	0	1	1	1	1	1
19	0	0	1	1	0	1	1
20	0	1	1	1	0	1	1
21	1	0	1	1	1	1	1
22	1	0	1	1	0	1	1

Система (3) и строки 9-11 табл.1 представляют собой формализованные описания внешних признаков отказов гидросистемы. На естественном языке они описывались бы следующим образом.

Строка 9 табл.1. Краткое описание: «жатка не поднимается».

Полное описание: «двигатель работает; жатка не находится в крайнем верхнем положении; клавиша «подъем/опускание жатвенной части» переведена в положение «подъем»; положение жатвенной части не изменилось».

Строка 10 табл.1. Краткое описание: «самопроизвольный подъем жатки».

Полное описание: «двигатель работает; жатка не находится в крайнем верхнем положении; все клавиши управления электрогидравликой находятся в нейтральном положении; положение жатвенной части относительно земли стало выше, чем было».

Строка 11 табл.1. Краткое описание: «вместо Y_j (например, Y_{15} – поворот выгрузного шнека) поднимается жатка (т.е. Y_1)».

Полное описание: «двигатель работает; жатка не находится в крайнем верхнем положении; нажата клавиша X_j (например, X_{15} – клавиша поворота выгрузного шнека находится в положении «перевод в рабочее положение»); клавиша «подъем/опускание жатки» находится в нейтральном положении; жатка поднимается».

Очевидно, что в описанном случае в формализованное описание внешнего признака отказа необходимо включить и строку 8 табл.3.

На первый взгляд может показаться, что первые 7 выражений в системе (1) соответствуют неработоспособным состояниям, так как выход отсутствует. Но при более подробном рассмотрении становится ясно, что в этих случаях выхода и не должно быть. Например, выражение 4 в системе (1) соответствует следующей ситуации: оператор нажал клавишу подъёма жатки при неработающем двигателе, и жатка не поднялась. Квалифицированный оператор знает, что система

управления рабочими органами комбайна с помощью гидравлики функционирует только при работающем двигателе. Неопытный оператор описанную ситуацию может принять как проявление отказа, что необходимо учитывать при разработке системы диагностирования.

Проанализировав полученные выражения для неработоспособных состояний, можно выделить следующие типы отклонений (отказов) процессов.

1. Невыполнение процесса – отсутствие выхода при наличии соответствующих входов и условий:

$$X \wedge C \rightarrow \overline{Y}. \qquad (4)$$

Пример: при работающем двигателе при нажатии клавиши «опускание жатки» жатка не опускается.

2. Самопроизвольное выполнение процесса – наличие выхода при отсутствии входа или входа и неисключительных условий:

$$\left[\begin{array}{l} \overline{X} \wedge C \rightarrow Y; \\ \overline{X} \wedge \overline{C}_{неискл} \wedge C_{искл} \rightarrow Y. \end{array}\right. \qquad (5)$$

Пример: самопроизвольное опускание жатки.

3. Несоответствие «условия – выход» – наличие выхода при наличии входа и отсутствии неисключительных условий:

$$X \wedge \overline{C}_{неискл} \wedge C_{искл} \rightarrow Y. \qquad (6)$$

Пример: выгрузной шнек переводится в транспортное положение при включенном приводе выгрузного устройства.

4. Несоответствие «вход – выход» – отклик не соответствует управляющему воздействию:

$$X_j \wedge C_i \rightarrow Y_i, \forall j \neq i. \qquad (7)$$

Пример: вместо подъёма жатки поворачивается выгрузной шнек.

Состав элементарных проверок. Информация, получаемая при подготовке к диагностированию, используется для определения перечня элементарных проверок. При решении этой задачи целесообразно применение аппарата таблиц функции неисправностей (ТФН) [10 – 12].

Составленная таблица функции неисправностей (ТФН), табл.5, связывает различные отказы составных элементов гидросистемы с внешними проявлениями технических состояний, приведенными в табл.1-4. В табл.5 строки, соответствующие работоспособному состоянию, опущены. Пояснения к табл.5: № процесса – номер процесса по перечню; № строки – номер строки в таблице истинности отказов соответствующего процесса. Элементы: 1 – гидробак; 5 – распределитель потока управления; 7 – секция электрогидрораспределителя: 7.1 – «подъем/ опускание жатки», 7.8 – «поворот выгрузного шнека»; 9 – запорное устройство: 9.1 – «подъем/ опускание жатки»; 15 – гидроцилиндры подъема/опускания жатки (левый и правый); 17 - гидроцилиндр поворота выгрузного шнека; 51 – управление электрогидрораспределителями: 51.1 – «подъем/ опускание жатки», 51.8 – «поворот выгрузного шнека».

При составлении ТФН применен следующий подход (отличный от описанного в источниках [11, 12]). Ячейки могут содержать символы: «0» – внешний признак проявляется только при условии отсутствия данного отказа, «1» - данный отказ может быть причиной (одной из причин) проявления внешнего признака; пустая ячейка – отсутствие связи, т.е. наличие отказа не может стать причиной проявления внешнего признака.

При подготовке к диагностированию выявленные внешние признаки отказов «активируют» соответствующие строки в ТФН, и в перечень элементарных проверок включаются те элементы, отказ которых может вызвать появление введенного в ТФН внешнего признака отказа, т.е. если в ячейке на пересечении «активной» строки внешнего признака и столбца отказа элемента стоит «1». Если в ТФН внесено несколько внешних признаков отказов (т.е. «активировано» несколько строк), то последовательность элементарных проверок определяется следующим образом: в первую очередь необходимо проверить те элементы, которые «набрали» большее количество «активных» единиц. Если у какого-либо отказа есть хотя бы один «активный» «0», то он не включается в перечень проверок.

Таблица 5

Фрагмент таблицы функции неисправностей

Внешние проявления		Элементы																																						
№ процесса	№ строки	1		…	5		…	7.1				…	7.8				…	9.1			…	15.1		15.2		…	17		…	51.1				…	51.8					…
		Отказы элементов																																						
		1	2		1	2		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3		1	2	1	2		1	2		1	2	3	4		1	2	3	4	5	
1	…																																							
	9	1				1		1											1			1		1						1										
	10	0				0		0		1									0			0		0								1								
	11	0						0		1									0			0		0								1								
2	…																																							
	9	1	1			1			1											1			1		1						1									
	10		0			0					1							1					0		0								1							
	11		0															1					0		0															
	12		0															1					0		0															
	13		0			0					1							1					0		0								1							
	14		0															1					0		0															
…																																								
15	…																																							
	9	1	1			1							1														1								1					
	10	0	0			0									1												0										1			
	11	0	0			0									1												0										1			
16	…																																							
	17	1	1			1								1														1								1				
	18	0	0			0										1												0										1		
	19	0	0			0										1												0										1		
	20	0	0			0										1												0											1	
	21	0	0			0										1												0										1		
	22	0	0			0										1												0										1		
…																																								

Пример 1. Рассмотрим описанную выше ситуацию, в которой внешний признак отказа состоит из двух частей: строка 11 табл. 1 (процесс 1) и строка 9 табл.3 (процесс 15). В соответствии с таблицей функции неисправностей в перечень проверок необходимо включить: элемент 7.1 (на наличие отказа №3), элемент 51.1 (на наличие отказа №3), элемент 7.8 (на наличие отказа №1), элемент 17 (на наличие отказа №1), элемент 51.8 (на наличие отказа №1).

Пример 2. Предположим, что в таблицу функции неисправностей внесены следующие три внешних признака отказов: «жатка не поднимается» (строка 9 табл.1), «жатка не опускается» (строка 9 табл.2), «выгрузной шнек не переводится в рабочее положение» (строка 9 табл.3). В этом случае последовательность элементарных проверок следующая:

1 – проверка элемента 1 на наличие отказов №1 и 2;
2 – проверка элемента 5 на наличие отказа №2;
3 – проверка элемента 7.1 на наличие отказов №1 и 2;
4 – проверка элемента 9.1 на наличие отказов №2 и №3;
5 – проверка элемента 15.1 на наличие отказов №1 и 2;
6 – проверка элемента 15.2 на наличие отказов №1 и 2;
7 – проверка элемента 51.1 на наличие отказов №1 и 2;
8 – проверка элемента 7.8 на наличие отказа №1;
9 – проверка элемента 17 на наличие отказа №1;
10 – проверка элемента 51.8 на наличие отказа №1.

Заключение. Описанный в работе подход является методической основой проектирования базы знаний экспертной системы для технического обслуживания зерноуборочных комбайнов. Результаты теоретических и практических исследований позволяют реализовать интеллектуальную систему поддержки оператора в процессах сбора и анализа информации (полученной органолептически) о техническом состоянии машины без измерения диагностических параметров – то есть имитировать работу высококвалифицированного специалиста в области технической диагностики.

Библиографический список

1. Краснощеков Н.В. Концепция разработки системы машинных технологий в растениеводстве / Н.В. Краснощеков, Э.И. Липкович // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. – №8. – С. 3-7.

2. Орсик Л.С. Направления решения проблемы технической оснащенности сельского хозяйства / Л.С. Орсик, Л.Ф. Кормаков // Техника и оборудование для села. 2008. – №4. – С. 7-10.

3. Димитров В.П. Об организации технического обслуживания машин с использованием экспертных систем / В.П. Димитров // Вестник ДГТУ. – 2003. – Т.3. – №1 (15). – С. 33-44.

4. Гидрооборудование модельного ряда продукции ОАО «Ростсельмаш». Дон-1500Б, Дон-680, СК-5М-1 «Нива». Состав, техническое обслуживание и диагностика неисправностей / Составители: В.П. Димитров, Л.В. Борисова, Е.В. Димитров, К.Л. Хубиян. / БелРусь, Ростов н/Д, 2003.

5. Электрооборудование модельного ряда продукции ОАО «Ростсельмаш». Дон-1500Б, Дон-680, СК-5М-1. Состав, техническое обслуживание, диагностика неисправностей / Составители: В.П. Димитров, Л.В. Борисова, В.Д. Ильченко, К.Л. Хубиян / БелРусь, Ростов н/Д, 2003.

6. Харахашян С.М. Некоторые особенности диагностирования сложных сельскохозяйственных машин (зерноуборочных комбайнов) / С.М. Харахашян, В.П. Димитров, К.Л. Хубиян // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. 4-5 марта 2010 г. Ростов н/Д, 2010. – 430 с. – С. 174-177.

7. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. /Ред. совет: В.С. Авдуевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1986. Т.1: Методология. Организация. Терминология / Под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.: ил.

8. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990.

9. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990.

10. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т./ Ред. совет: В.С. Авдуевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1987. – (В пер.). Т. 9. Техническая диагностика / Под общ. ред. В.В. Клюева, П.П. Пархоменко. – 352 с.: ил.

11. Rzenik C., Moliska A. The problems of rationalization of diagnostic test of machines // Technica Agraria. – 2003, №2 (2). – P. 3-8.

12. Техническая диагностика гидравлических приводов / Т.В.Алексеева, В.Д. Бабанская, Т.М. Башта и др.; под общ. ред. Т.М. Башты. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.: ил.

Материал поступил в редакцию 21.04.10.

S.M. KHARAKHASHYAN, V.P. DIMITROV, K.L. KHUBIYAN

COMBINE HARVESTER DIAGNOSIS BY EXTERNAL SIGNS OF FAILURES

The approach to external signs of failures formalizing is offered. The example of its practical usage for the main hydrosystem of harvester "Don-1500B" is considered. The diagnostic checks set defining method is described.

Keywords: technical diagnostics, failure, diagnostic check.

ХАРАХАШЯН Сергей Мартиросович (р. 1986), аспирант кафедры «Управление качеством» ДГТУ. Окончил факультет «Приборостроение и техническое регулирование» Донского государственного технического университета (2008).
Область научных интересов: техническая диагностика, техническое обслуживание сельскохозяйственных машин, менеджмент качества.
Автор 14 опубликованных научных работ.

khsmart@rambler.ru

ДИМИТРОВ Валерий Петрович (р. 1953), доктор технических наук (2002), профессор (2002), заведующий кафедрой «Управление качеством» ДГТУ, декан факультета «Приборостроение и техническое регулирование» (2008). Окончил РИСХМ (ныне ДГТУ) (1975).
Область научных интересов: системы информационного обеспечения жизненного цикла продукции, экспертные системы, техническое обслуживание машин.
Автор 348 научных публикаций (в том числе 33 учебных пособий и монографий).

vdimitrov@dstu.edu.ru

ХУБИЯН Капрел Луспаронович (р. 1972), доцент кафедры «Управление качеством» ДГТУ (2006), кандидат технических наук (2002). Окончил Ростовский институт автоматизации и технологии машиностроения (1995).
Область научных интересов: техническое обслуживание сельскохозяйственных машин.
Автор 30 опубликованных работ.

УДК 658.3.012:519.876.2

В.В. НОВИКОВ, Д.И. ЖУРАВЛЕВА

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ФОРМАЛЬНОЙ ЛОГИКИ

Рассмотрены критерии оценки персонала с помощью выделения основных свойств персонала, влияющих на надежность. На основании выделенных свойств разработаны показатели, характеризующие каждое из них по специальной методике. Сделана попытка применения формальной логики для формирования и использования в дальнейшем свойств и качеств персонала при подготовке проекта решения руководителя на поддержание приемлемого уровня надежности персонала на предприятиях машиностроения.

Ключевые слова: *надежность персонала, безопасность труда, критерий оценки персонала, логика предикат, математическое моделирование, система управления персоналом.*

Введение. На данный момент область охраны труда и промышленная безопасность рассматриваются только для конкретных предприятий или организаций. Не существует обобщенной схемы для корректировки состояния промышленной безопасности как для всех предприятий в целом, так и отдельных областей машиностроения. В настоящее время встал вопрос о разработке системы управления промышленной безопасности для предприятий. Имея общую схему учета происшествий и аварий, можно разработать общую схему управления персоналом на предприятиях и в организациях. С ее помощью можно контролировать состояние промышленной безопасности в целом на предприятиях машиностроения.

Разработка критериев оценки надежности персонала с точки зрения безопасности труда. Любую экономическую единицу (национальная экономика, отрасль, отдельное предприятие) можно рассматривать как систему различных элементов (коллектив работников, здания, сооружения, машины, механизмы, сырье и т.п.). Причем эта система находится под воздействием совокупного фактора, который объединяет все эти элементы в единую систему.

Особо сложным объектом управления является коллектив, то есть группа людей, объединенная на основе общих задач, совместных действий, постоянных контактов. Интеллектуальный, культурный и моральный потенциал членов коллектива настолько разный, что трудно предсказать реакцию каждой личности на управляющее воздействие. Принципы управления определяют закономерности формирования управляемой системы, ее структуру, методы воздействия на коллектив, формируют мотивацию поведения его членов и учитывают особенности технологии и технического оснащения управленческого труда [1].

Чтобы оценивать работу подсистемы управления персоналом, а именно надежность персонала, необходимо иметь простые и понятные, но вместе с тем достаточно точные критерии для проведения этой оценки. Таким образом, необходимость выбора критериев оценки персонала представляется одним из ключевых вопросов при разработке автоматизированной системы управления безопасностью труда (АСУБТ). Результаты оценки будут использоваться для определения состояния безопасности труда как на всем предприятии, так и в его подразделениях, а также для оценки надежности отдельного работника в системе АСУБТ. Оценка персонала необходима для принятия руководителем адекватных решений о необходимости проведения тех или иных мер по обеспечению безопасности на предприятии или на конкретных его участках, на которых проведение этих мер необходимо, о поощрениях или взысканиях, которые следует применить к тому или иному работнику. Автоматизация описанных процессов может осуществляться с помощью формализованных донесений со строго определенным порядком подачи в информационный центр, схематично изображенный на рис.1, где они обрабатываются по методикам, которые будут рассмотрены ниже, для получения интегрального показателя надежности персонала.

Под надежностью персонала будем понимать свойство персонала выполнять свои функции в полном объеме, своевременно и безопасно, с заданной степенью надежности.

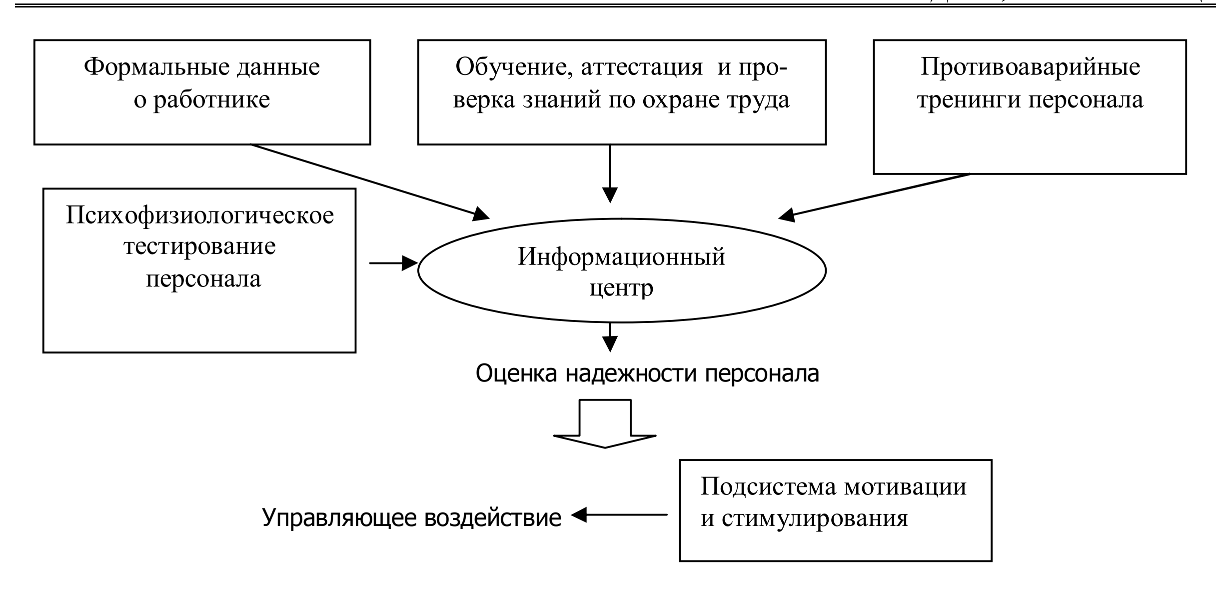


Рис.1. Схема сбора информации

Качественная потребность – это потребность в работниках определенных специальностей, определенного уровня квалификации. Для определения качественной потребности в персонале могут использоваться различные подходы.

Среди них можно выделить следующие:

- профессионально-квалификационное деление работ на основе производственно-технической документации;
- анализ положений об отделах, должностные инструкции и описание рабочих мест;
- штатное расписание предприятия;
- анализ документации, определяющей профессионально-квалификационный состав исполнителей для выполнения конкретных видов работ.

При определении потребности в кадрах часто решающее значение придается опросу экспертов, позволяющему лучше понять, какие качественные изменения кадрового состава необходимо произвести организации для успешного достижения поставленных целей. В качестве экспертов могут выступать как работники организации, имеющие необходимый опыт, знания и подготовку, так и внешние эксперты [2].

В организациях можно столкнуться с задачами, когда поиск и отбор персонала не планируется заблаговременно и осуществляется лишь в тот момент, когда руководитель сталкивается с необходимостью заполнения тех или иных вакансий. Однако при этом трудно избежать некоторых распространенных ошибок, связанных с отсутствием системы планирования будущей потребности в пополнении кадрового состава:

- недостаточный или чрезмерный набор работников определенной специальности;
- запаздывание в обеспечении важных направлений работы необходимыми кадрами и др.;
- снижение требований к кандидатам из-за необходимости в самые краткие сроки хотя бы кем-то «закрыть» имеющиеся вакансии, чтобы обеспечить работу по важным направлениям.

Для формирования критериев оценки персонала были выделены основные свойства персонала, влияющие на его надежность. Это такие свойства и качества, как:

а) уровень образования;
б) уровень обучения;
в) соответствие должности;
г) вредные привычки;
д) психологические качества;
е) здоровье.

В соответствии с выделенными свойствами были разработаны показатели, характеризующие каждое из этих свойств как в отдельности, так и в совокупности. Таким образом, автоматизи-

рованная оценка персонала проводится путем расчета выбранных показателей по специальной методике. Все процессы расчетов осуществляются в информационном центре автоматически. Схематично процесс выбора критериев и оценки надежности персонала представлен на рис.2.

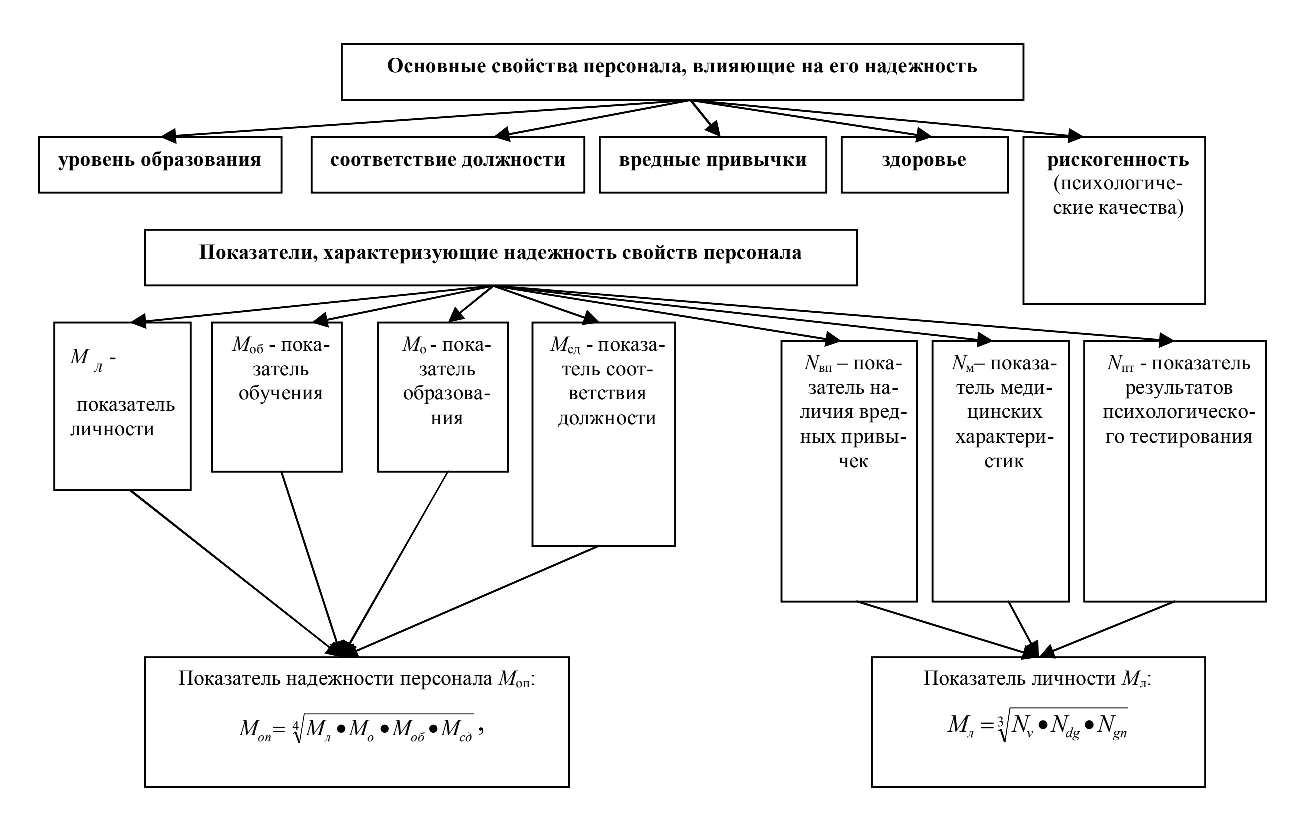


Рис.2. Схема выбора критериев и оценки надежности персонала

Разработка модели управления персоналом в системе управления безопасностью труда на предприятии. Одним из главных элементов, необходимых для эффективного решения таких сложных задач, является построение и соответствующее использование модели управления. Очевидно, что модели могут принимать самую разную форму и записываться с разной степенью детализации. Выбор того уровня сложности, который делает модель полезной, определяется планируемым ее использованием. Для описания свойств некоторых объектов и систем подходят числовые таблицы и графики, для других более сложных используются математические модели, в которых соотношения, описывающие связи между переменными объекта, задаются в виде определенных уравнений. Существуют модели, которые отражают воздействие случайных факторов. Поэтому можно рассматривать модели с зависимостями, определенными в виде вероятностей.

В процессе моделирования используются разнообразные методы постепенной формализации, направленные на построение моделей, облегчающих решение проблемы. Одним из наиболее значимых является метод формализованного представления. Как метод моделирования он включает не только средства (язык) символьного (знакового) описания для построения модели, но и разработанный аппарат корректных преобразований (операций над этими символами). Такие преобразования, допустимые в данном методе, позволяют получить новые знания об объекте исследования или выявить направления, в которых могут быть получены недостающие знания, дают возможность проводить последующий анализ и формализацию данных, полученных в результате опытов.

При исследовании, анализе и решении управленческих проблем, моделировании объектов исследования и анализе широко используются дискретные методы формализованного представления, являющиеся предметом рассмотрения в дискретной математике. К ним относят методы,

основанные на теоретико-множественных представлениях, графы, алгоритмы, формальные системы, математическую логику, лингвистику и семиотику.

К наиболее удобной модели описания систем управления персоналом можно отнести логику предикат. Логика предикатов представляет собой развитие логики высказываний. С помощью формул логики высказываний, например алгебры логики, можно описать и исследовать структуру сложных высказываний, установить их истинность или ложность в зависимости от истинности или ложности входящих в нее простых высказываний [3]. Для описания внутренней логической структуры простых высказываний (то есть высказываний, не содержащих связок) используется понятие предикатов. Предикат – повествовательное предложение, содержащее предметные переменные, определенные на соответствующих множествах; при замене переменных конкретными значениями (элементами) этих множеств предложение обращается в высказывание, то есть принимает значение «истинно» или «ложно». С помощью логических связок (и скобок) предикаты могут объединяться в разнообразные логические формулы – предикатные формулы. Логика предикатов является важным средством построения и развития формальных систем [4]. На основе вышесказанного возникает возможность формализации критериев персонала в таблицы или базы данных для удобства при построении и проверке строящейся модели управления персоналом.

Проверка корректности полученной модели и ее предварительный качественный анализ можно будет проводить по результатам промежуточных вычислений математических выражений характеристик и показателей персонала на данном предприятии машиностроения. Данная проверка на промежуточных стадиях вычислений дает возможность оценить возможность аварийной ситуации на определенном участке или сфере деятельности персонала, т.е. дает возможность прогнозирования и быстрого реагирования на несоответствия, что непременно ведет к снижению риска.

Работа по разработке логико-надежностной модели управления персоналом уже ведется. Математический аппарат, использующий логику предикат, позволяет формировать таблицы на основании выделенных свойств и качеств персонала. Представляется возможным работать с отдельными блоками таблиц, а также использовать таблицы для получения единого интегрального показателя. На основании этого показателя можно будет рассматривать и прогнозировать необходимые решения для улучшения общего состояния системы управления.

Заключение. Разработана методика оценки персонала с учетом простоты и доступности расчетов по имеющимся уже методикам оценки надежности персонала. Выявлено, что наиболее удобным является использование логики предикат. С помощью логики предикат была разработана логико-надежностная модель системы управления персоналом в системе управления безопасностью труда на предприятиях машиностроения.

Библиографический список

1. Аляев Ю.А. Дискретная математика, математическая логика / Ю.А. Аляев, С.Ф. Тюрин. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 368 с.

2. Дуракова И.Б. Управление персоналом: отбор и найм / И.Б. Дуракова. – М.: Центр, 1998. – 157 с.

3. Егоршин А.П. Управление персоналом / А.П. Егоршин. – Н.-Новгород.: Нимб, 1997. – 607 с.

4. Москинова Г.И. Дискретная математика. Математика для менеджера: учеб. пособие / Г.И. Москинова. – М.: Логос, 2004. – 240 с.

Материал поступил в редакцию 10.03.10.

V. V. NOVIKOV, D. I. ZHURAVLEVA

APPROACH TO MODELLING A PERSONNEL CONTROL SUBSYSTEM BY MEANS OF FORMAL LOGIC AT THE ENGINEERING ENTERPRISES

Estimation criteria of the personnel by means of marking their basic properties influencing reliability are considered. On the basis of the selected properties indicators characterizing each of them according to a special technique are worked. An attempt to apply formal logic for shaping and using properties and qualities of the personnel for preparation of the head decision project on maintenance of the acceptable level of the personnel reliability at the engineering enterprises is made.
Key words: personnel reliability, job safety, estimation criterion of the personnel, logic predicate, mathematical simulation, personnel control system.

НОВИКОВ Валерий Владимирович (р. 1961), кандидат технических наук (1996), доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». Окончил Рижское высшее политическое Краснознаменное училище им. С.С. Бирюзова (1983).
Область научных интересов: управление безопасностью труда.
Автор более 30 научных публикаций.

ЖУРАВЛЕВА Дина Игоревна, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ГОУ ВПО «КубГТУ», старший преподаватель кафедры «Прикладная математика». Окончила Кубанский государственный университет (2000).
Область научных интересов: управление безопасностью труда.
Автор 3 научных работ.

dina2011@mail.ru

УДК 654+681.3

В.В. ДЕРГАЧЕВ, И.Е. ВИЛИНОВ, А.В. ВОЛОДИН

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ДЛЯ КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА

Рассматриваются вопросы повышения эффективности проектирования транспортной сети за счёт системного подхода к оценке качества сети и качества предоставляемых ею услуг связи. Приводятся методы и технические средства, обеспечивающие постоянство и комплексность контроля качества сети на различных этапах её жизненного цикла.
Ключевые слова: *проектирование систем связи, IP-телефония, метрики.*

Введение. Всё возрастающие требования современного производства к уровню автоматизации бизнес-процессов, к номенклатуре и качеству предоставляемых услуг связи определяют необходимость соответствующего повышения качества транспортной сети в составе корпоративной телекоммуникационной информационно-управляющей системы. Одновременно возрастают требования к качеству самого процесса проектирования создаваемой сети. Проектирование в данном случае должно выполняться с максимальным использованием эффективных методов контроля и управления основными параметрами сети, обеспечивая таким образом возможность активного наблюдения за процессом разработки. Кроме того, необходимо уже с первых этапов обеспечить адекватность оценок качества сети и качества предоставляемых ею услуг. Такой подход позволит сохранить принцип многокритериальности на всех этапах разработки при существенном повышении качества проектируемой сети.

Общие вопросы оптимизации транспортной сети, связанные с обоснованием архитектуры, решением задач системного подхода к анализу и синтезу проектируемой сети без привязки к конкретным вариантам структурной схемы и методам динамической оценки качества сети, достаточно подробно рассмотрены в работах [1,2].

Целью настоящей работы является изыскание путей повышения качества проектирования транспортной сети с учётом взаимосвязи её технических параметров с качеством предоставляемых услуг, направленных на обеспечение возможности адекватной оценки эффективности создаваемой сети независимо от этапа проектирования.

Определение номенклатуры параметров проектируемой сети на транспортном уровне. Качество обслуживания, в соответствии с рекомендациями МСЭ – Т Е.800 определяемое как общее субъективное понятие, характеризует степень удовлетворения пользователя предоставленным ему обслуживанием. При этом понятно, что самый важный фактор, влияющий на оценку качества, в частности, для *IP* -телефонии, – это обеспечение приемлемого качества передачи речи. Распространено также для оценки качества более широкое понятие – "качество вызова" [3]. Последнее определяется двумя основными факторами, влияющими на восприятие конечным абонентом качества соединения: сквозная задержка, от которой зависит "интерактивность" разговора, и само качество речи. Основными показателями качества сети в данном случае, учитывая рассмотрение на транспортном уровне, будем считать производительность сети как общую характеристику и отдельные её составляющие: пропускную способность оборудования, быстродействие сети и задержку сигнала в тракте.

Далее необходимо рассмотреть, как эти характеристики, в максимальной степени адекватно определяющие и качество сети, и качество воспроизводимого сигнала, изменяются в мультисервисной системе в зависимости от выбранных типов транспортной сети и методов обработки сигнала.

Оценку качества проведём для двух видов транспортной сети как наиболее распространённых при модернизации сетей производственно-технологической радиосвязи: с коммутацией каналов и с коммутацией пакетов.

Каждый из указанных типов сети обеспечивает передачу сообщений, различающихся полосой рабочих частот, временем передачи, адресами передатчика и приёмника, формой представления информации – аналоговой или цифровой.

Особенности сетей с коммутацией каналов связаны с необходимостью предоставления пользователям системы сквозного канала между абонентами.Такие сети, как известно, наилучшим образом обеспечивают передачу данных произвольной длины в условиях, когда на величину задержки распространения информации накладывают жёсткие ограничения, а также передачу квазинепрерывных потоков данных.

Расчет и оценка качества различных типов транспортной сети. Оценить значения основных показателей качества сети с коммутацией каналов можно с помощью известных математических соотношений теории массового обслуживания. В частности, для оценки качества обслуживания абонентов, расчётов пропускной способности и загрузки радиоканалов широкое распространение получили формулы Эрланга, при этом:

а) для системы с отказами (потерями), когда режим информационного обмена между абонентами осуществляется без диспетчера, а эффективность режима определяется вероятностью отказа ($P_{отк}$), используется B-формула Эрланга:

$$P_{отк} = \frac{\alpha^n}{n!}\left[\sum_{k=0}^{n}\frac{\alpha^k}{k!}\right]^{-1}, \tag{1}$$

где n – число выделенных каналов; α – нагрузка сети, Эрл.; $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$; μ – интенсивность потока обслуживания – величина, обратная среднему времени обслуживания $t_{обсл}$; λ – интенсивность входного потока (вызовов) сети, $\lambda = \lambda_1 N_{аб}$; $\alpha = \alpha_1 N_{аб}$; $N_{аб}$ – количество абонентов сети; α_1 – нагрузка одного абонента; $\alpha_1 = \frac{\lambda_1}{\mu}$; λ_1 – интенсивность входного потока от одного абонента;

б) для системы с ожиданием и организацией очереди, когда режим информационного обмена между абонентами осуществляется с помощью диспетчера, используется C-формула Эрланга, которая в зависимости от рассчитываемого параметра принимает один из двух видов:

$$P_{отк\,(ож)} = \frac{\alpha^n}{n!}\left(\frac{\alpha}{n}\right)^s\left[\sum_{\kappa=1}^{n}\frac{\alpha^\kappa}{n!} + \frac{\alpha^n}{n!}\sum_{s=1}^{m}\left(\frac{\alpha}{n}\right)^s\right]^{-1}, \tag{2}$$

где $P_{отк\,(ож)}$ – вероятность отказа сети с ожиданием и ограниченным числом заявок в очереди; m – число заявок, которыми ограничена очередь; s – число заявок в очереди;

или

$$P_{ож} = \frac{\alpha^n}{n!}\left[\sum_{\kappa=0}^{n}\frac{\alpha^\kappa}{\kappa!} + \frac{\alpha^{n+1}}{n!(n-\alpha)}\right]^{-1}, \tag{3}$$

где $P_{ож}$ – вероятность постановки заявки в очередь при неограниченном сроке ожидания.

Параметры информационных потоков, необходимые для выполнения упомянутых выше расчётов, определяются по результатам исследований характеристик пространственно-временного распределения абонентского трафика и результатов реинжиниринга обследуемого бизнес-процесса. Примеры практического использования формул (1) – (3) приводятся в работе [2].

Технологии коммутации пакетов были специально разработаны для повышения эффективности компьютерных сетей, требующих увеличения общей пропускной способности из-за характерных для этих сетей неравномерности генерации трафика и высокого уровня пульсаций скорости передачи данных.

Пакеты транспортируются по узлам сети как независимые информационные блоки. Отличительной особенностью коммутаторов пакетной сети от коммутаторов каналов является наличие

внутренней буферной памяти для временного хранения пакетов с использованием соответствующих методов обработки этих пакетов (имеются в виду различные методики по работе с буфером типа *FIFO, PQ, CQ, WFQ, CBWFQ, LLQ* и др. Такое решение при условии, что выходной порт коммутатора в момент принятия пакета может быть закрыт передачей предыдущего пакета, позволяет сглаживать пульсации, увеличивая таким образом производительность, или быстродействие, сети.

Сети передачи данных в режиме коммутации пакетов обеспечивают передачу данных (*PMD*) и передачу коротких массивов данных (*SDS*), а также в сочетании с *IP* –технологией – передачу голосовой информации. При этом в рамках режима *PMD* пользователю могут быть предоставлены два типа услуг пакетной передачи: с установлением логического соединения и без него, различающихся типом поддерживаемого протокола передачи данных, в частности, протокола *X.25* – для первого типа услуг и протокола *CLNP* (*SCLNP* в случае транкинговой *TETRA*-сети) – для второго типа услуг, т.е. без установления логического соединения [4].

Основными технологическими процедурами при передаче речи по пакетной сети являются: преобразование речевого сигнала в цифровой вид, сжатие и формирование пакетов, передача пакетов по пакетной сети, восстановление речевого сигнала на приёмном конце. Таким образом, для организации радиотелефонной связи на передающем и приёмном концах необходимо иметь набор аппаратно-программных средств, осуществляющих оцифровку/восстановление речи, формирование пакетов и ввод этих пакетов вместе с пакетами данных в пакетную сеть. А также систему логистики для доставки пакета с учётом предъявляемых требований. Схема организации радио- и телефонной связи по сети передачи данных с пакетной коммутацией представлена на рис.1.

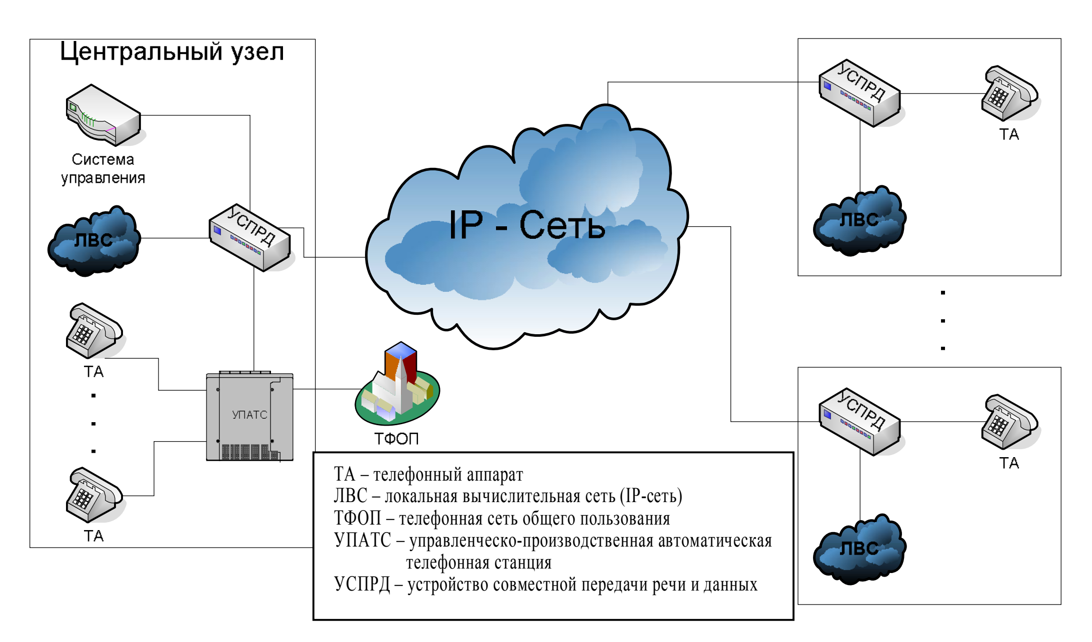


Рис.1. Общий вид схемы организации радиотелефонной связи по пакетной сети

Особенностью такой организации является наличие центрального узла, основной задачей которого является взаимодействие с внешними сетями посредством шлюзов, а также организация взаимодействиями с удаленными подразделениями и/или дополнительными станциями.

Главной задачей современного развития *IP* -телефонии является дальнейшее совершенствование механизмов сквозного качества обслуживания (*Quality of Service – QoS*) с целью достижения качества речевой связи на уровне традиционных телефонных сетей.

Метрические методы оценки эффективности и качества воспроизводимого сигнала. На этапах отработки схемы, непосредственного внедрения и эксплуатации разрабатываемой сети важным является оценка качества звука как одного из основных показателей эффективности её функционирования, это, в свою очередь, требует решения вопросов качественного метрологиче-

ского обеспечения. Часто возникает задача автоматического определения степени схожести аудиопотоков. Под метрикой будем понимать степень схожести аудиопотоков. Метрику можно применять для оценки качества при разработке кодека или при комплексных испытаниях сети, а также в условиях эксплуатации сети для кодирования аппаратуры в режиме «постоянного качества» сети.

Наиболее простой класс метрик оценки качества звукового сигнала основан на анализе совокупной оценки различных показателей качества сравниваемых объектов. Комплексный подход к метрологическому обеспечению в данном случае связан с совместным использованием результатов непосредственной оценки отдельных качественных показателей голосового сигнала (звук, тембр и др.) и методик амплитудно-частотно-временных метрик (измерение в каналах значений амплитуд отдельных спектральных составляющих, коэффициентов усиления трактов и других параметров) сравниваемых объектов с целью минимизации метрологических погрешностей.

В общем случае можно сравнивать объекты, например, по максимальному отклонению амплитуд выходного сигнала $D = \max_i |a_i - b_i|$, где векторы *a* и *b* – это значения амплитуд сравниваемых сигналов.

Другим критерием оценки может служить среднеквадратичное отклонение амплитуд сигналов *RMS (root mean square)*:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(a_i - a)^2}{n}}, \quad (4)$$

где a – среднее арифметическое амплитуд измеряемых сигналов.

На практике используется модификация данной меры (4), называемая *PSNR (peak-to-peak signal-to-noise ratio)* – пиковое отношение сигнал – шум.

$$PSNR = 20\,\ell g\left(\frac{A_{\max}}{RMS}\right), \quad (5)$$

где A_{max} – максимально возможная амплитуда сигнала.

Применение упомянутых выше метрик совместно с непосредственной оценкой качества звукового сигнала позволит минимизировать влияние человеческого фактора, связанного с различной чувствительностью человеческого уха к искажениям сигнала в различных участках частотного диапазона.

Одним из важнейших факторов, влияющих на качество речи в *IP*-сети, является сквозная задержка сигнала, связанная с процессами обработки сигнала в кодеках при кодировании и декодировании сигнала, что необходимо знать и учитывать при выборе кодека.

Существуют два основных вида кодеков: сигнальные и вокодерные. Некоторые новейшие кодеки базируются на комбинации этих двух кодеков и в этом случае называются гибридными.

Сигнальные кодеки не учитывают природу обрабатываемого сигнала; скорость передачи импульсов одного речевого канала составляет 64 Кбит/с. В общем случае сигнальные кодеки очень просты, работают быстро и обеспечивают очень высокое качество, но требуют довольно широкой полосы пропускания.

Вокодеры анализируют характерные параметры речевого сигнала и передают их значение. Принимаемая сторона синтезирует сигнал в соответствии со значением этих параметров. Как правило, вокодеры (например, *G.723.1*) обеспечивают очень высокую степень сжатия, но придают речи "искусственный" характер, а музыку и шумовой фон вообще передают с плохим качеством.

Гибридные кодеки (например, *GSM*, *G.728* и *G.729*) сочетают в себе высокую степень сжатия, присущую вокодерам, и высокое качество сигнальных кодеков. Они обеспечивают очень хорошее качество воспроизведения речи и могут принимать полезный сигнал даже при высоком уровне шумового фона [3]. Однако устройство гибридных кодеков зачастую значительно сложнее вокодерных.

К основным показателям качества для сравнительной оценки выбираемых кодеков в большинстве случаев относятся: требуемая полоса пропускания (скорость потока информации),

качество речи и привносимая задержка сигнала; учитывается также сложность реализации кодека. Характеристики некоторых наиболее известных типов кодеков приведены в таблице.

Характеристики некоторых типов кодеков

Тип кодека, метод сжатия	Скорость передачи, Кбит/с	Средняя субъективная оценка качества речи (*MOS*)	Задержка при кодировании, мс
G.711, PCM	64	4.1	0.75
G.726, ADPCM	32	3.85	1
G.728, LD-CELP	16	3.61	3 *to* 5
G.729, CS-ACELP	8	3.92	10
G.729×2, Encodings	8	3.27	10
G.729×3, Encoding	8	2.68	10
G.729a, CS-ACELP	8	3.7	10
G.723.1, MP-MLQ	6.3	3.9	30
G.723.1, ACELP	5.3	3.65	30

В таблице обозначены:

PCM (*Pulse Code Modulation*) – импульсно-кодовая модуляция;

ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Modulation*) – адаптивная дифференциальная импульсно-кодовая модуляция;

LD-CELP (*Low-Delay Code Excited Linear Prediction*) – кодирование с помощью линейного прогнозирования с низкой задержкой;

CS-ACELP (*Conjugate-Structure Algebraic-Code- Excited Linear Prediction*) – сопряженно-структурное алгебраическое кодирование с помощью линейного прогнозирования;

MP-MLQ (*Multi-Pulse, Multi-Level Quantization*) – множественное импульсное многоуровневое квантование;

ACELP (*Algebraic Code Excited Linear Prediction*) – алгебраическое кодирование с помощью линейного прогнозирования.

К основным составляющим привносимой задержки сигнала, помимо указанной в таблице задержки кодирования, относят также задержки: алгоритмическую[1], пакетизации[2], буферизации[1] и фазового дрожания[1].

Оценка показателей качества проектируемой сети с помощью тестового оборудования. Системный подход как основа высокоэффективного проектирования, направленного на оптимизацию результатов проектирования по критерию "эффективность – стоимость", предполагает проведение обязательных работ по предпроектному обследованию существующей системы и тестированию отдельных её фрагментов. В ходе такого обследования прежде всего необходимо составить подробную схему связи сети, которая позволит максимально точно сформулировать технические требования, предъявляемые к параметрам проектируемой сети и её компонентам, и минимизировать объём требуемых доработок существующей системы.

При построении схемы в зависимости от необходимой степени детализации описываемых элементов могут использоваться различные системы сетевого управления. Так, например, систе-

---

[1] Время задержки определяется кодеком и указывается в справочных материалах.

[2] Время задержки $t_{зад}$ определяется для голосового пакета размером L по формуле $t_{зад} = L/\Delta F_{треб}$, где $\Delta F_{треб}$ – полоса речевого сигнала с учётом алгоритма сжатия.

ма *Spectrum фирмы Aprisma Management Technologies* позволяет, как показано в работе [5], определить и тип устройства, и модель, и фирму-производителя, указать все связи и каналы между устройствами. Другие системы, например, типа *Spectrum element manager* (*SPEL*), могут идентифицировать только отдельные устройства, а связи между ними наносятся исполнителем.

К другому типу тестирующих систем относится программное обеспечение *Ekahau Professional Wi-Fi Site Survey and Prediction (SSP)* для *Proxim*. Это – профессиональное средство для проведения предпроектного обследования и радиоразведки, направленных на достижение оптимальных решений по построению беспроводных сетей стандартов 802.11 *a/b/g*. *SSP* позволяет выполнять предварительные работы по планированию, развитию, анализу статистических материалов, осуществлять контроль и подготовку отчётов о результатах радиоразведки (рис.2). Отчёты содержат характеристики зон радиопокрытия *Wi-Fi* – радиопередающих устройств, информацию о режимах их работы.

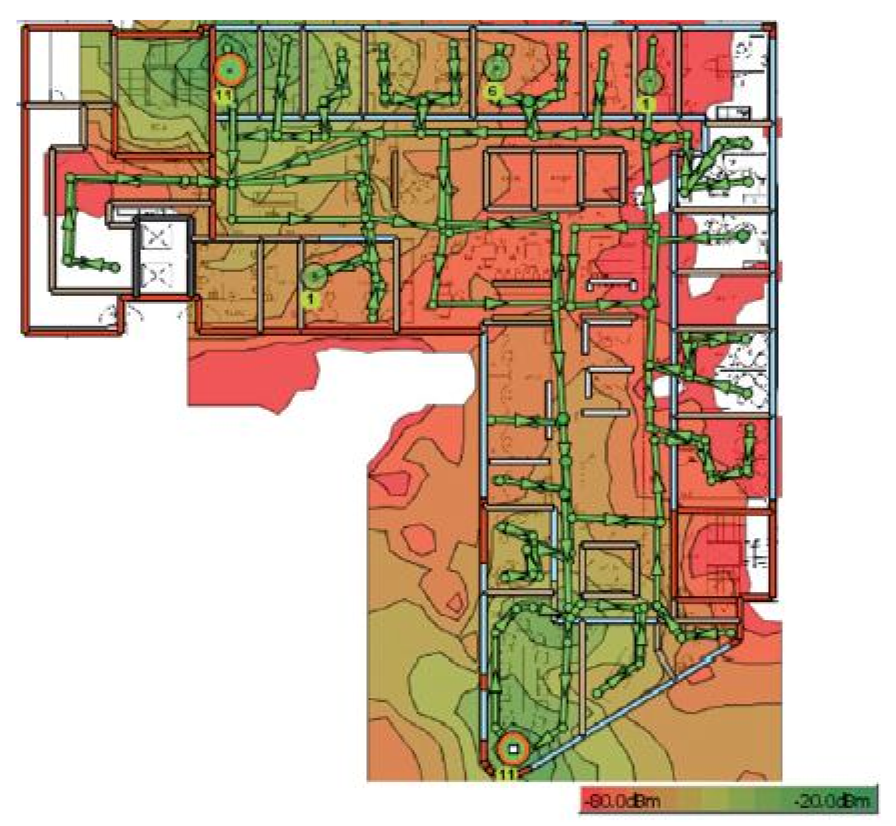


Рис.2. Общий вид зон радиопокрытия по результатам работы ПО *SSP*

В отличие от других средств, которые строят исключительно теоретические модели, *SSP* позволяет произвести обследование на примере оборудования, которое планируется использовать. В комбинации с точным планом местности *SSP* прогнозирует характеристики, основанные на действительных данных. Такая технология позволяет прогнозировать более точно зоны радиопокрытия по сравнению с теоретическим моделированием, которое показывало неточности более чем в 15 *dB* при прогнозировании уровня сигнала. На рисунке цифрами обозначены точки доступа, стрелками показан маршрут для определения радиопокрытия.

Новые возможности в вопросах тестирования и повышения качества проектирования мультисервисных сетей рекламируются компаниями *Cisco Systems* и *D-link*, предложившими технологию построения гибридной беспроводной сети. Основная идея предлагаемой технологии заключается в применении алгоритмов анализа радиочастотной среды (*Radio Resource Management, RRM*) в режиме реального времени всей беспроводной сети (*Wireless Local Area Network, WLAN)*. Именно наличие этих протоколов дает способность инфраструктуре самостоятельно выполнять

процедуры настройки, оптимизации и устранения возникающих проблем. Новая архитектура, подразумевающая «облегченные» точки доступа, и централизованный контроллер выполняют следующие задачи:

- мониторинг радиоресурсов;
- динамическое выделение каналов;
- обнаружение и устранение радиопомех;
- динамическое управление мощностью передатчиков;
- обнаружение и устранение "дыр" в зоне покрытия;
- балансировка нагрузки клиентов и сети.

Эффективность функционирования мультисервисной сети можно также дополнительно улучшить за счёт использования контроллера беспроводного доступа *(Cisco Wireless LAN Controller)* и системы управления беспроводной сетью *(Cisco Wireless Control System)* с соответствующим протоколом маршрутизации *(Lightweight Access Point Protocol)*.

Использование упомянутой технологии позволяет организовать беспроводную сеть в составе мультисервисной системы с централизованной подсистемой защиты от несанкционированного доступа, а также средствами для отслеживания и визуализации местоположения радиообъектов в реальном времени и осуществление бесшовного роуминга на двух и трех уровнях модели *OSI* (*Open Systems Interconnection Basic Reference Model*). Пример построения топологии гибридной сети с использованием технологии компании *Cisco* показан на рис.3.

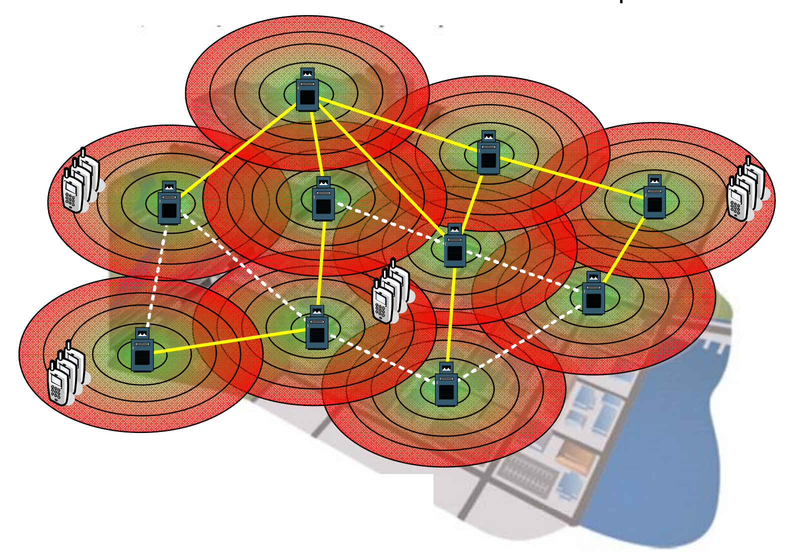


Рис.3. Топология гибридной сети, разработанная
с использованием технологии *Cisco systems Inc:*
– – – - беспроводная связь; —— - проводная связь

На рисунке видно, что такая гибридная технология позволяет не только быстро развернуть беспроводную сеть, но и позволяет динамически реконфигурировать её в зависимости от распределения нагрузки в каждый конкретный момент. Проводная связь используется для надежного скоростного подключения беспроводных точек доступа. Беспроводная связь используется для подключения абонентов, а также как магистральная связь при перегрузке проводной связи или выходе её из строя. Следует также отметить, что контроллер постоянно получает информацию от всех точек доступа и имеет полную и исчерпывающую информацию для обеспечения наилучшей логистики пакетов данных.

Ещё одна важная проблема, связанная с оценкой эффективности взаимодействия оборудования различных производителей, использующих гетерогенные технологии передачи информации в составе одной вычислительной сети, может быть решена с помощью абстрактной модели взаимодействия открытых систем *OSI*.

Модель *OSI* делится на семь уровней, или слоев, и представляет собой рекомендации для создания стандартов сетевых протоколов. Использование таких рекомендаций должно применяться при разработке аппаратных и программных средств вычислительных сетей, для обеспечения совместимости всех компонентов системы. Информация в процессе передачи по сети должна быть подвергнута процессу инкапсуляции на передающей стороне и деинкапсуляции на принимающей.

На рис.4 показаны уровни модели *OSI* и соответствующие им протоколы, стандарты и наименования блоков данных протоколов (БДП). Необходимо иметь в виду, что на практике чаще применяют более простую модель *TCP|IP*. Модель *TCP|IP* объединяет некоторые уровни модели *OSI,* так, уровень приложений модели *TCP|IP* объединяет приложения, представления и сеансовый, а канальный и физический модели *OSI* объединены в физический уровень *TCP|IP*. Таким образом, модель *TCP/IP* имеет всего четыре уровня по сравнению с моделью *OSI*.

	OSI уровень		Протокол	БДП	TCP/IP уровень
7	Приложений		HTTP, POP3, SMTP, FTP	Данные	Приложений
6	Представления		Postcript, TXNS, ISO PP	Данные	
5	Сеансовый		LDAP, RPC	Данные	
4	Транспортный		NetBIOS, UDP, TCP, SPX	Сегменты	Транспортный
3	Сетевой		IP, IPX	Пакеты	Сетевой
2	Канальный	LLC	SDLC, HDLC, LAPB, X.25, SLIP	Кадры	Физический
		MAC	MAC-48, EUI-48, EUI-64		
1	Физический		V.35, RS-232, RS-485, RJ-11, RJ-45	Биты	

Рис.4. Распределение некоторых протоколов вычислительных сетей
по уровням моделей *OSI* и *TCP/IP*

Работу модели *OSI* рассмотрим на примере открытого стандарта цифровой транкинговой радиосвязи *TETRA,* как наиболее распространённой среди ПМР в составе корпоративных систем, и его реализаций на основе *IP* сетей.

Физический уровень отвечает за передачу сигнала по каналу связи от источника получателю и за выбор ресурсов, используемых для передачи, однако он не гарантирует, что данные придут без ошибок или в правильной последовательности, и это возлагается на верхние уровни.

Ответственность физического уровня распространяется на физическую передачу данных конкретной точки в конкретное время, модуляцию данных и их получение от других точек. Физическим уровнем поддерживается обеспечение следующих показателей качества и характеристик системы:

- надежность. Система должна обеспечивать работоспособность при различных рабочих условиях, включая плохие радиоканалы с интерференцией;
- гибкость. Система должна предоставлять пользователям и операторам широкий выбор сервисов и режимов работы;
- узкая полоса частот. Система должна обеспечивать возможность обслуживания большого количества операторов, что требует узкого спектра модулированной несущей частоты. Кроме того, должны обеспечиваться взаимодействие с действующими системами подвижной мобильной радиосвязи и возможность поэтапного внедрения с последующим переходом на новую систему, вплоть до перераспределения частот в пользу новой системы;
- эффективное использование радиоресурсов. Система должна эффективно использовать радиоресурс с учётом изменения используемого радиоспектра.

Схематическое представление обработки данных на физическом уровне показано на рис.5.

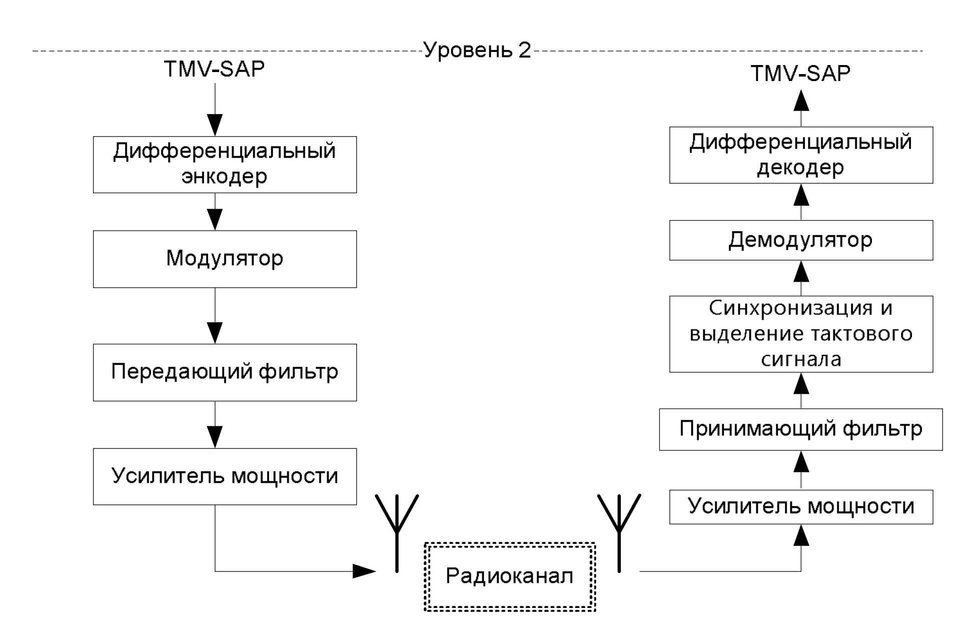


Рис.5. Функции физического уровня

Также функциям физического уровня могут быть присущи: задержки, вносимые при передаче битового потока, синхронизация, контроль питания и др. После обработки данных на физическом уровне данные передаются на обработку канальному уровню.

К функциям канального уровня относится обеспечение безошибочного соединения между передатчиком и приемником, а также обработка информации, которая затем помещается на верхний уровень. Следующая функциональность должна обеспечиваться канальным уровнем:

- технология определения и контроля ошибок для обеспечения надежности соединения с сетевым уровнем, которые не обеспечиваются физическим уровнем;
- диспетчеризация передачи данных сетевого уровня средствами физического уровня.

Поскольку *TETRA*- это мобильная технология, физический канал между передатчиком и приемником разделен между несколькими пользователями, канальный уровень по этой причине осуществляет диспетчеризацию между несколькими пользователями. В конечном итоге канальный уровень имеет некоторое количество контролируемых функций для обеспечения работы физического уровня.

Для систем с разделяемой средой передачи, таких как мобильные системы, функциональность канального уровня обычно подразделяется на два подуровня: *MAC sublayer (Media Access Control)*- подуровень управления доступом к среде и *LLC sublayer (Logical Link Control)*- подуровень управления логической связью, обеспечивающий надежную связь с верхними уровнями (рис.6). В *TETRA*-сетях основной задачей подуровня *MAC* является диспетчеризация и логическое мультиплексирование с минимальной защитой от ошибок, а также поддержание протоколов множественного доступа различных типов для передачи данных на физический уровень. При этом уровень *MAC*, в свою очередь, разделяется на два подуровня: верхний подуровень *UMAC* (*Upper MAC*) и нижний подуровень *LMAC (Lower MAC).*

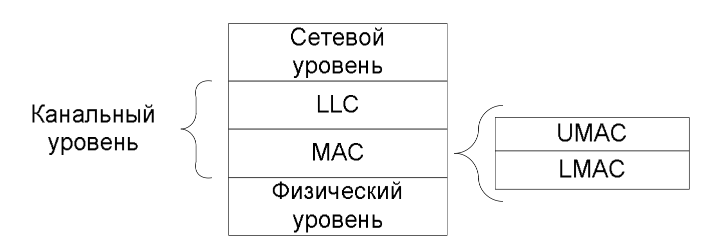


Рис.6. Подуровни канального уровня в разделяемых системах

Функциональность различных подуровней следующая:

- *Logical Link Control (LLC)* – этот подуровень ответственен за трансляцию и ретрансляцию, сегментацию и сборку фреймов и организацию логического канала. А также обеспечивает безошибочную передачу данных на третий уровень.

- *Upper Media Access Control (UMAC)* – верхний подуровень *MAC* обеспечивает работу процедур произвольного доступа с технологией *TDMA* (*Time Division Multiple Access* – множественный доступ с временным разделением каналов), к функциям которых относятся: фрагментация, объединение и синхронизация фреймов. На основании количества получаемых *AACHM* (*Access Assignment CHannel Messages* – сообщения канала предоставления доступа) определяется качество канала по уровню и характеристикам сигнала. Информация об этом передается на верхний уровень *LLC* для определения ошибок.

- *Lower Media Access Control (LMAC)* – нижний подуровень *MAC* обеспечивает работу процедур произвольного доступа с технологией *TDMA,* к функциям которых относятся: кодирование, перемежение и связь между *UMAC* каналами и слотами, обеспечиваемыми физическим уровнем. Также он может включать в себя менеджмент битового потока, если это необходимо.

Уровни обмениваются информацией через *SAP* (*Service Access Points* – точки доступа к услугам сети). Всего имеются четыре *SAP* между *UMAC* и *LLC*: пользовательские данные *(TMD-SAP),* широковещательная сигнализация *(TMB-SAP),* специальная сигнализация мобильной связи *(TMA-SAP),* а также SAP между *UMAC* и *LMAC,* называющийся *TMV-SAP (TETRA MAC Virtual SAP)* [6]. Функциональная схема показана на рис.7. На канальном уровне протокол делится на две области:

- *U-plane* – предназначена для транспортирования информационных данных без средств адресации;

- *C-plane* – обмен управляющими сообщениями с возможностью их адресации.

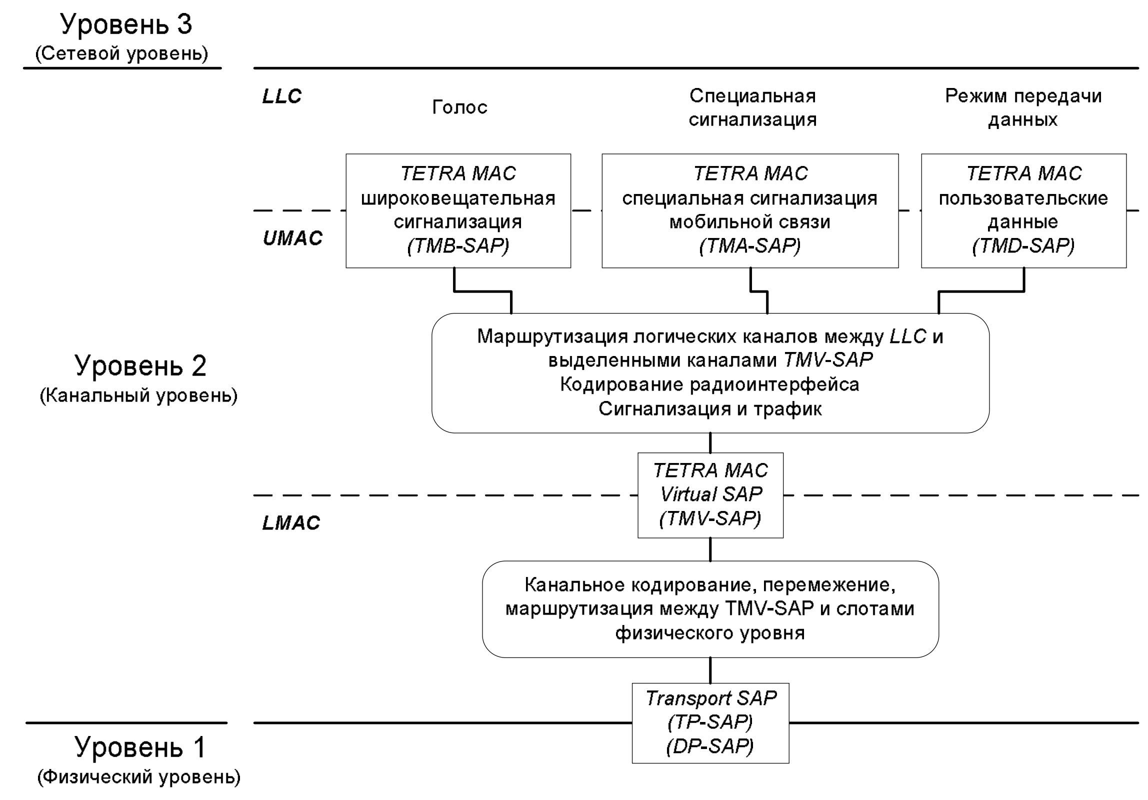


Рис 7. Функциональная схема канального уровня

Сетевой уровень ответственен за доставку информации между двумя системами (рис.8). При этом системы или соответствующие приложения могут устанавливать логическое соединение непосредственно или при необходимости через шлюз. Сетевой уровень можно разделить на два

подуровня: *MLE/BLE* (*Mobile/Base Link control Entity* –управление связью между мобильной и базовой станциями), *SNAF* (*Sub-Network Access Function* – функции доступа к подсети).

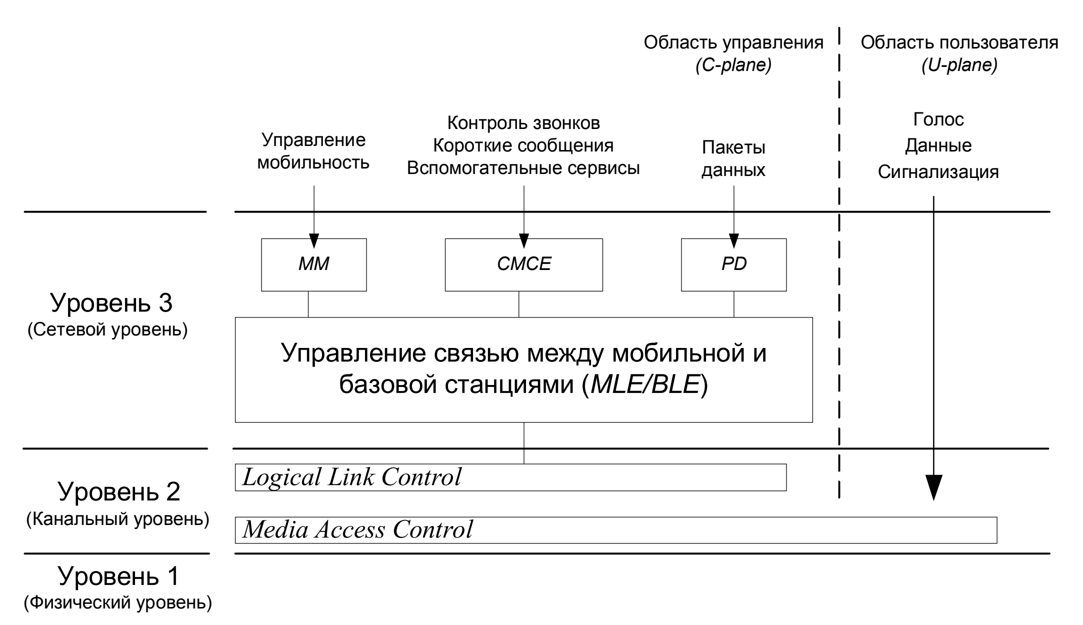


Рис.8. Функциональная схема сетевого уровня

Подуровень управления связью между мобильной и базовой станциями обеспечивает функции:

- распознавание протокола;
- установление соединения в группе;
- управление идентификацией;
- управление условиями предоставления услуг;
- прием и передача широковещательной информации.

Подуровень доступа к подсети обеспечивает управление:

- мобильностью (*MM - Mobile Management*);
- режимом с коммутацией каналов (*CMCE - Circuit Mode Control Entity*);
- пакетами данных (*Packet Data*).

Режим управления мобильностью обеспечивает процедуры, связанные с перемещением мобильных станций: выбор сети, выбор зоны, регистрацию, аутентификацию, закрепление пользователя. Комплекс задач управления режимом с коммутацией пакетов поддерживает три группы услуг:

- передачу коротких сообщений;
- управление вызовами;
- дополнительные услуги.

Использование модели *OSI,* как видно из приведённого описания, позволяет лучше понять особенности организации взаимодействия оборудования различных производителей, а также увидеть имеющиеся у *TETRA*-сетей широкие возможности по созданию на их основе высококачественных корпоративных телекоммуникационных систем в интересах современных промышленных объектов.

Вывод. В работе показана возможность повышения эффективности проектирования транспортной сети в составе корпоративной телекоммуникационной системы за счёт комплексного использования современных методов исследования, тестирования и использования метрик, обеспечивающих системность предлагаемого методического подхода к проектированию, постоянство контроля качества и возможность адекватной оценки качества проектируемой сети и качества, предоставляемых ею услуг связи на протяжении всего жизненного цикла сети.

Библиографический список

1. Вилинов И.Е. Оптимизация архитектуры сети профессиональной мобильной радиосвязи промышленного объекта / И.Е. Вилинов, А.В. Володин // Телекоммуникации. – 2008.– №1.
2. Вилинов И.Е. Метод внутрисистемной оптимизации сети профессиональной мобильной радиосвязи / И.Е. Вилинов, А.В. Володин // Телекоммуникации. – 2008. – №9.
3. Мюнх Бьярне. *IP* -телефония. Как обеспечить качественную передачу речи. Часть1 / Бьярне Мюнх // Сети и системы связи. – 2000.– №3.
4. Овчинников А.М. Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи / А.М. Овчинников, С.В. Воробьёв, С.И. Сергеев. Серия издания «Связь и бизнес». – М.: МЦНТИ ООО «Мобильные коммуникации», 2000.
5. Колосков М.С. Модернизация сети: что делать и как / М.С. Колосков // Сети и системы связи. – 2000. – №13.
6. Dunlop J., Girma D., Irvine J. «Digital mobile communications and the TETRA system». England: Wiley, 1999.

Материал поступил в редакцию 31.03.10.

V.V. DERGACHEV, I.E. VILINOV, A.V. VOLODIN

EFFECTIVIZATION OF THE TRANSPORT TELECOMMUNICATIONS DESIGN FOR CORPORATIVE SYSTEM OF AN INDUSTRIAL OBJECT

Improvement of transport network design efficiency problems at the expense of the system approach to the estimation of network quality and assigned communications services quality are considered. Methods and technical facilities that provide constancy and control complexness of network quality on different stages of its life cycle are offered.
Key words: designing communications network, IP-telephony, metrics.

ДЕРГАЧЕВ Валентин Валентинович (р. 1980), начальник отдела УИ Ростовского государственного университета путей сообщения, кандидат технических наук (2008). Окончил Ростовский государственный университет путей сообщения (2002).
Область научных интересов: проектирование и управление телекоммуникационными системами.
Автор 11 научных публикаций.

whitevv@ya.ru

ВИЛИНОВ Игорь Евгеньевич (р. 1962), генеральный директор ОАО «Новороссийский морской торговый порт» «НМТП», профессор (2005) кафедры «Управление и менеджмент» института управления и инноваций авиационной промышленности ДГТУ, доктор экономических наук (2002). Окончил Одесский институт инженеров морского флота (1982).
Область научных интересов: организация и управление производством, технико-экономическая оценка автоматизированных систем управления.
Автор более 50 научных публикаций.

vilinov @ncsp-net.com

ВОЛОДИН Анатолий Владимирович (р. 1939), доктор технических наук (1998), действительный член Академии инженерных наук РФ им. А.М.Прохорова (2003), лауреат премии СМ СССР в области радиоэлектроники (1989), независимый эксперт ОАО «НМТП». Окончил МВТУ им.Н.Э.Баумана (1963).
Область научных интересов: проектирование и оптимизация телекоммуникационных радиотехнических систем.
Автор более 100 научных публикаций, в том числе 27 авторских свидетельств и 4 патентов на изобретения.

volodin.av@mail.ru

УДК 621.9.048.6:621.794

В.В. ИВАНОВ, Ю.В. МАРЧЕНКО

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ МЕХАНОХИМИЧЕСКИХ ТВЕРДОСМАЗОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Рассмотрены перспективы применения вибрационных механохимических твердосмазочных покрытий. Даны примеры практического применения твердой смазки на основе дисульфида молибдена, образованные в условиях виброобработки. Приведена схема модели формирования покрытия дисульфид молибдена.
Ключевые слова: *комбинированные методы обработки, вибрационная обработка, вибрационные механохимические покрытия, твердые смазки.*

Введение. Развитие современной техники, внедрение нанотехнологий в создание новых машин и агрегатов требует разработки новых технологических процессов, обеспечивающих качество, высокие эксплуатационные свойства и товарный вид выпускаемой продукции, способной конкурировать в условиях рыночной экономики. Важным условием решения этих задач является совершенствование и развитие финишной обработки, в частности нанесения покрытий.

Одним из эффективных способов обработки, позволяющих комбинировать методы механической обработки с одновременным нанесением покрытий, является вибрационная обработка деталей в различных технологических средах с использованием колебаний различного спектра. При этом используется эффект совместного воздействия механической энергии и химических процессов в различном их сочетании.

Вибрационная обработка обеспечивает изменение физико-химических свойств поверхностных слоёв обрабатываемых деталей и характеризуется высокой производительностью. В качестве основных методов нанесения вибрационных механохимических покрытий, на сегодня получивших практическое применение, можно выделить: вибрационное механохимическое цинкование, (ВиМХЦ), вибрационное механохимическое оксидирование (ВиМХО), вибрационное механохимическое нанесение твердой смазки дисульфида молибдена (ВиМХТС M_0S_2) и др. Особо следует отметить роль твердых смазок в общей проблеме повышения надежности и долговечности машин и механизмов. Твердые смазки исключительно широко применяются в различных отраслях промышленности, однако их возможности далеко еще не исчерпаны.

Публикации о применении дисульфидов, селенидов, теллуридов, молибдена, дисульфидов вольфрама, тантала, титана и других металлов в качестве твердых смазок появились давно. Однако вопросы применения дисульфида молибдена (M_0S_2) до сих пор вызывают наибольший интерес.

В статье рассмотрены свойства дисульфида молибдена и возможность его применения в качестве основы самосвязывающего средства при формировании вибрационных механохимических покрытий.

Дисульфид молибдена как твердая смазка. По классификации, предложенной Кемпбелом, дисульфид молибдена как и графит, слюда, тальк, нитрид бора, стеарат-цинка относится к группе твердых смазок, кристаллическая решетка которых имеет слоистую структуру. Атомы каждого слоя связаны между собой прочными химическими связями, отдельные слои связаны между собой слабыми молекулярными силами, что обеспечивает легкость скольжения по плоскости спайности. Толщина одного элементарного слоя M_0S_2 равна 6,25 Å. Пленка дисульфида молибдена толщиной 0,025 мкм состоит из 40 слоев с 38 плоскостями скольжения между ними. Высокая адгезия дисульфида молибдена к металлам обусловлена прочными молекулярными связями, образуемыми атомами серы с металлом; строение кристаллической решетки обеспечивает наличие важных для смазочных материалов высоких адгезионных свойств. Дисульфид молибдена имеет гексагональную слоистую решетку в форме призматического шестигранника (рис.1).

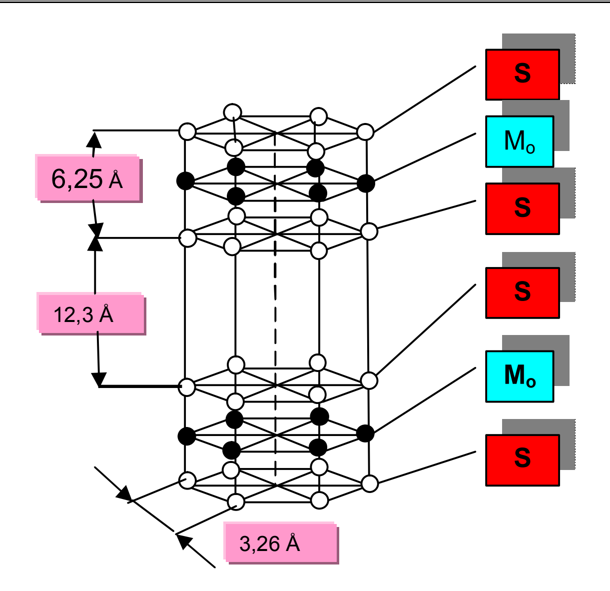


Рис.1. Кристаллическая решетка дисульфида молибдена

Параметры кристаллической решетки: ширина 3,26Å, высота 12,3 Å, толщина одного элементарного слоя равна 6.25 Å. Его молекулярный вес 160,7, удельный вес – 4,8; твердость по Мосу 1-1,5. Дисульфид молибдена устойчив к температуре от минус 80 до плюс 450^{0}С, температура плавления – 1185^{0}С. Допустимая динамическая нагрузка более 1500 кг/см^2, а статическая – свыше 30 000 кг/см^2. Пленка дисульфида молибдена толщиной 1 мкм содержит 1631 скользящую поверхность. Наличие слоев двух различных атомов в структуре дисульфида молибдена создает условия легкого скольжения пластинок [1].

Кристаллы дисульфида молибдена, жирные на ощупь, имеют голубовато-серый цвет, металлический блеск.

Коэффициент трения уменьшается при увеличении нагрузки, что связано с увеличением параллельности слоев. После приработки коэффициент трения стабилизируется. Соединение между атомами молибдена и серы очень прочное, чем объясняется повышенная устойчивость этого соединения к деформации и его исключительная химическая и термическая стабильность. Дисульфид молибдена устойчив почти против всех растворителей. Также он обладает антикоррозионными свойствами, препятствует окислению деталей под воздействием влаги, паров, газов.

Формирование вибрационных механохимических покрытий на основе дисульфида молибдена. Совокупность исключительных свойств дисульфида молибдена позволяют применять его как основу самосвязующего средства при формировании вибрационных механохимических покрытий. Об этом свидетельствуют исследования, проведенные в ДГТУ. В качестве оборудования применялась вибрационная установка УВГ 4-10 с частотой колебаний 15-33 Гц и амплитудой колебаний 1-5 мм. С целью обеспечения равномерного распределения порошка в объеме камеры применялась рабочая среда: стальные шары диаметром от 2 до 5 мм и тонкодисперсный дисульфид молибдена марки МВЧ-1, размер частицы 1-7 мкм. Полученные результаты показали значительное повышении износостойкости трущихся пар, от 4 до 20 раз в зависимости от условий эксплуатации. В процессе исследований отмечалось упругое и пластическое деформирование поверхностного слоя в зоне контакта рабочей среды с поверхностью обрабатываемой детали. Также имеет место физическая адсорбция частиц M_0S_2 к металлической поверхности за счет сил Ван-дер-Ваальса и механического внедрения в результате воздействия рабочей среды.

На основе проведенных исследований предложена следующая модель формирования вибрационных механохимических покрытий на основе дисульфида молибдена (рис.2) [2-4]:

1. Механический контакт и адсорбция частиц MoS_2. В момент приложения внешней нагрузки, благодаря силе соударения шара с поверхностью обрабатываемого материала, происходит упругая, пластическая и упругопластическая деформация в зоне контакта. За счет сближения

наносимого покрытия с деталью происходит адсорбции частиц на поверхности металла (см.рис.2,а).

2. Активация поверхностного слоя металла. Активация поверхности осуществляется в результате пластического деформирования и увеличения плотности дислокаций, разрушения окисных пленок и образования участков поверхности, увеличения площади поверхности (см.рис.2,а).

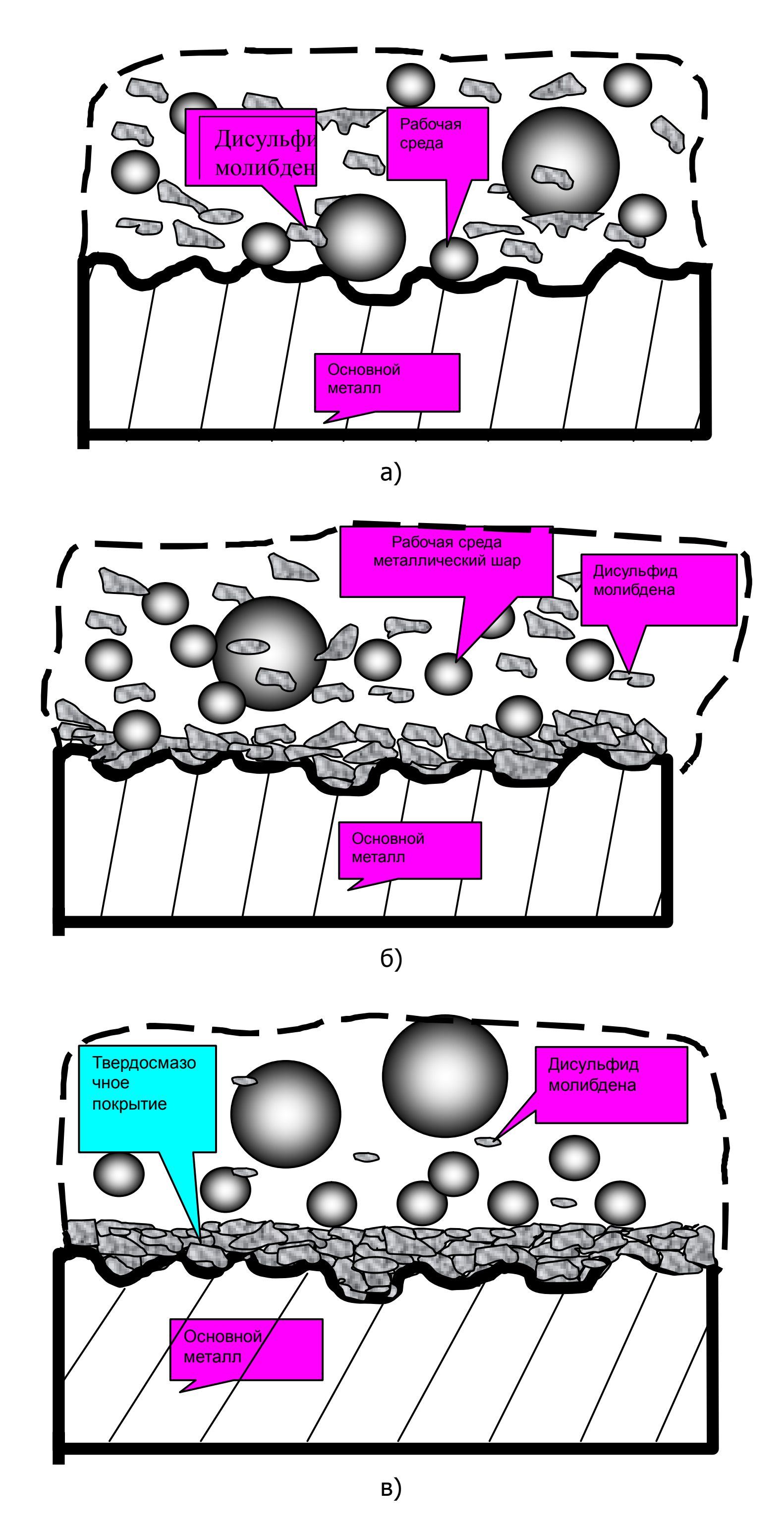


Рис.2. Схема модели формирования вибрационного механохимического покрытия на основе дисульфида молибдена

3. Образование граничного слоя. Этот этап осуществляется вследствие размельчения кристаллов MoS_2, разрушения ими окислых пленок во впадинах микрорельефа, внедрения частиц порошка и адсорбции их к поверхностному слою активизирующего металла (см.рис.2,б).

4. Образование слоя смазки. Этот этап характеризуется утолщением частиц нанесенного покрытия, размельчением кристаллов, слипанием их друг с другом, образованием сплошного слоя смазки (см.рис.2,в).

5. Формирование поверхностного слоя покрытия. В результате скольжения частиц рабочей среды относительно образуемой поверхности частицы порошка ориентируются базовыми плоскостями параллельно поверхности трения (см.рис.2,в).

В результате проведенных исследований установлено, что образуемый в процессе вибрационной обработки слой твердой смазки дисульфида молибдена покрывается тонкой пленкой, имеющей ориентацию частиц базовыми плоскостями параллельно поверхности трения. Такое строение пленки, как показал анализ, дает возможность включения в нее наноразмерных структур.

Возможность их получения, как пишет профессор Р.Тенне (Израиль), достаточно проста. Для этого достаточно при определенных условиях ввести в реакцию обычный сероводород, а также обычный оксид вольфрама. При этом с течением времени частицы трехокиси вольфрама сначала покрываются слоем дисульфида, затем вещество диффундирует внутрь, и постепенно с сохранением формы получается слоистое фуллереноподобное или нанотубулярное образование.

Нанотубулярные дисульфиды молибдена в этом отношении обладают еще более перспективными характеристиками. Их можно использовать не только в подшипниках или как присадку к смазочным маслам: еще одна возможность – использование в качестве смазки при хирургических операциях с участием пунктирующих наконечников или катетеров. В этом случае хирургический инструмент проникает в человеческий организм «как по маслу», без боли, по крайней мере, с использованием меньшей дозы анестетика.

Внедрение наноразмерных структур в вибрационные механохимические покрытия твердых смазок показало, что с уменьшением размера зерна от 1 мкм до 2 нм объемная доля межзеренного вещества увеличится до 88%, это позволит получать покрытия с уникально высокими свойствами. Например, их микротвердость в 2-7 раз выше, чем твердость крупнозернистых покрытий, прочность в 1,5-2 раза выше, а при уменьшении размера зерна от 10 мкм до 10 нм скорость износа покрытия уменьшается в 10 раз.

Выводы. Вибрационные механохимические покрытия на основе дисульфида молибдена с внедренными наноразмерными структурами открывают уникальные возможности для получения нового уровня свойств: высокой прочности, твердости, износостойкости, коррозионной стойкости, достаточно высокой пластичности, сохраняя при этом высокие эксплуатационные свойства изделий, и могут быть положены в основу одного из научных направлений: «Вибрационные многокомпонентные композиционные механохимические покрытия».

Библиографический список

1. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии. Часть I / А.П. Бабичев. – Ростов н/Д, 1993.

2. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии. Часть 2 / А.П. Бабичев. – Ростов н/Д, 1994.

3. Пугина Л.И. Дисульфид молибдена / Л.И. Пугина, М.Д. Синявская, И.М. Максимчук. – Киев: «Наукова думка», 1968.

4. Рысева Т.Н. Повышение износостойкости пар трения путем совмещения процессов вибрационного упрочнения и нанесения твердосмазочного покрытия дисульфида молибдена: дис. … канд. техн. наук. – Ростов н/Д, 1975.

Материал поступил в редакцию 11.05.10.

V.V. IVANOV, Y.V. MARCHENKO

APPLICATION PROSPECTS OF MOLYBDENUM DISULFIDE FOR FORMING VIBRATORY MECHANO-CHEMICAL SOLID OIL COVERINGS

A brief review of vibration mechano-chemical covering and samples of practical application of the solid oil on the basis of molybdenum disulfide, made up under conditions of vibration treatment are given. A model structure of forming molybdenum disulfide covering is displayed.
Key words: mixed treatment methods, vibration treatment, vibratory mechano-chemical coverings, solid oil.

ИВАНОВ Владимир Витальевич (р.1967), доцент кафедры «Технология машиностроения» Азовского технологического института (филиала) Донского государственного технического университета, кандидат технических наук (1996), доцент(2006). Окончил ДГТУ (1992) по специальности «Технология машиностроения».
Область научных интересов: вибрационные механохимические покрытия.
Имеет 48 публикаций, в том числе 1 монографию.

ivanov@atidstu.ru

МАРЧЕНКО Юлианна Викторовна, доцент кафедры « Машиностроительные технологии и материалы» Азовского технологического института (филиала) Донского государственного технического университета, кандидат технических наук (2001). Окончила Бишкекский государственный технический университет (1992) по специальности «Технология машиностроения».
Область научных интересов: техника и технология вибрационной обработки изделий машиностроения.
Имеет 40 публикаций.

daulianna1@rambler.ru

УДК 631.362.001.573

Ю.И. ЕРМОЛЬЕВ, М.Ю. КОЧКИН, Г.И. ЛУКИНОВ, А.В. БУТОВЧЕНКО

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФРАКЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНА В ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОМ АГРЕГАТЕ

Приведен общий подход построения математической модели процесса фракционной очистки зерна в зерноочистительном агрегате с различными структурными схемами, синтезированы их рациональные параметры и функциональные показатели.

Ключевые слова: *фракционная очистка, структурная схема, математическая модель, частные операции, система, показатели функционирования.*

Введение. Существующие технологии очистки продовольственного зерна в сельском хозяйстве предусматривают последовательный пропуск всего обрабатываемого зернового материала через комплекс зерноочистительных машин в агрегате. При наличии в обрабатываемом зерновом материале примесей, которые выделяются только на триерном блоке, возникают трудности. Невысокая производительность триерного блока (5-10 т/ч) создает диспропорцию между возможностями технологического оборудования в поточной линии. Одним из путей роста производительности агрегата можно считать реализацию в нём фракционных технологий очистки зерна.

Постановка задачи: построение стахастической функциональной математической модели и моделирование процесса сепарации зерна по фракционным схемам в зерноочистительном агрегате (ЗОА).

Методы исследования: аналитические методы построения функциональной модели, моделирование на ЭВМ процессов функционирования зерноочистительного агрегата с различной структурой, многомерный анализ и параметрический синтез системы элементов в агрегате.

Построение модели. Математическую модель процесса функционирования зерноочистительного агрегата (рис.1) как замкнутой квазистатичной системы с заданной $\kappa_{\delta M}$ -й функциональной схемой в общем виде можно записать:

$$\mathrm{E}_{\phi\delta O} = \{F, A, G_\delta [k_{\delta M}(x), T_{\delta M}(x)]\} \to \max \; ; \qquad (1)$$

$$A_i \subset \vec{A}_i, \quad F \subset \vec{F}, \quad x \in G_i(x,u); \qquad (2)$$

$$в_j \le \lfloor в_j \rfloor, \qquad \delta_з \le [\delta_з]. \qquad (3)$$

Здесь $\vec{F} = \vec{F}_{ЗОА}$ – вектор входных воздействий на принятую в ЗОА систему операций (см.рис.1), где Q – подача зернового материала в ЗОА; a_j, W – содержание в исходном материале j-х компонентов, их влажность; $M(b_j), \sigma^2(b_j)$ – математические ожидания и дисперсии размеров признаков разделения j-х компонентов; $f_Q(B)$ – плотность вероятности распределения подачи Q зернового материала по ширине B рабочих органов зерноочистительных машин в ЗОА; $\vec{A}_i$ - векторы управляющих факторов элементов системы ($\vec{A}_{ВРМ}$ – воздушно-решетной машины; $\vec{A}_C$ – скельператора; $\vec{A}_{ПС}$ – пневмосепаратора; $\vec{A}_{РМ}$ - решетного модуля, $\vec{A}_{ТБ}$ – триерного блока) (см.рис.1), где $B_{\Pi i}, h_{\Pi i}$ – ширина и глубина пневмосепараторов воздушно-решетной зерноочистительной машины (ВРЗОМ); $V_{вi}$ – рабочая скорость воздушного потока; плотность вероятностей распределения подачи $f_q(B_п)$ зернового материала и воздушного потока $f_v(B_п)$ по ширине $B_п$ пневмосепаратора; $P_{cx}(P_i)$ – функциональные схемы решетных модулей; плотности вероятности распределения зернового материала по решет-

ным ярусам $f_{Qx}(H)$ и по ширине решет $f_{Qx}(B)$; $K_{\delta M}(x)$ – функциональная схема и параметры ВРЗОМ; $Д_c$, B_c, n_c – диаметр, ширина и частота вращения скельперaтора; Г, Б, $d_п$ – ширина, длина отверстий и диаметр проволоки скельператора; α, β, R, n – угол наклона, направленность, амплитуда и частота колебаний решет; T_i, l_i, B_i, b_i – тип i-го решета, его длина, ширина, размеры отверстий; $K_M(X)$ – функциональная схема решетного модуля. Д, L, $n_{TЦ}$ – соответственно диаметр, длина и частота вращения триерных цилиндров; $\alpha_{TЦ}$ – угол наклона приемного лотка, $K_{\delta T}(x)$ – функциональная схема триерных блоков. Здесь x - набор технологических операций из $G_i(x,u)$ множества, реализуемых в $K_{\delta м}$ функциональной схеме ЗОА; $G_\delta\left[K_{\delta M}(x), T_{\delta M}(x)\right]$ - математическая модель, определяющая показатели технологического процесса в ЗОА для принятой $K_{\delta_м}(x)$-й его схемы.

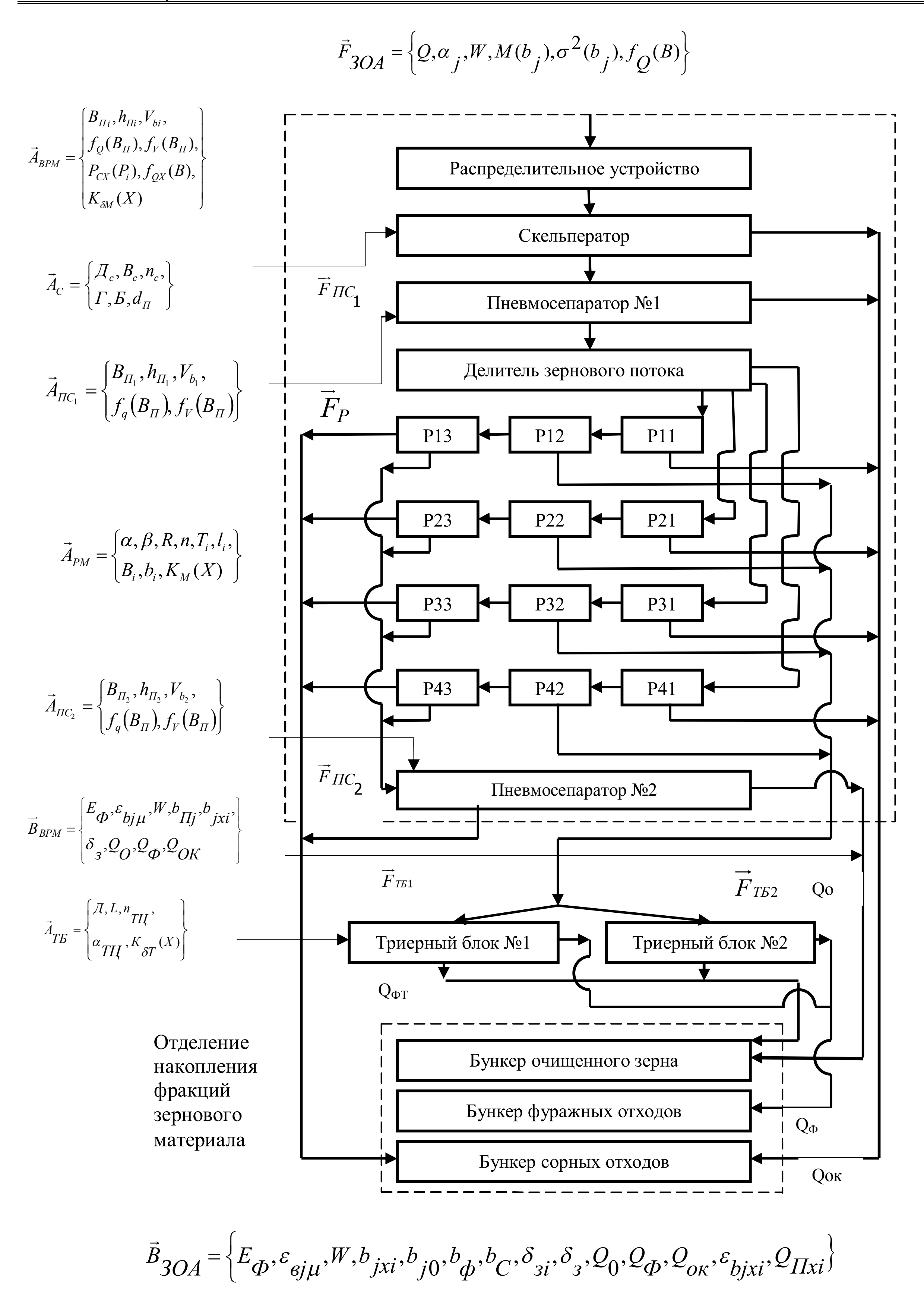
Выходные показатели функционирования ВРЗОМ (входные для триерных блоков) определяются вектором $\vec{B}_{BPM}$ и всего агрегата – вектором $\vec{B}_{ЗОА}$, независимые аргументы которого случайные в вероятностно-статистическом смысле величины (см.рис.1), где $E_ф$ - критерий эффективности реализации технологического процесса в ВРЗОМ или в ЗОА [1]; $\varepsilon_{bj\mu}$ - полнота выделения из зернового материала отделяемых j-х компонентов, $\delta_{зi}, \delta_з$ - потери зерна на xi операции и общие; $Q_o, Q_ф, Q_{ок}$ - массы выхода очищенного зерна, фуражных отходов и отходов разных категорий; содержание b_{jxi} j-х компонентов, содержащихся в зерновом материале после реализации xi-й операции; масса Q_{nxi} всех компонентов, выделенных из зернового материала после реализации xi-й операции; содержание j-го компонента в массе b_{jo} очищаемого материала и в выделяемых фракциях b_{jxi}; полнота прохода ε_{bjxi} j-го компонента в очищаемый зерновой материал после выполнения xi-й операции.

Обоснуем математическую модель $G_\delta\left[K_{\delta M}(X), T_{\delta M}(X)\right]$ ЗОА. В соответствии с принципиальной схемой рассматриваемого варианта (см.рис.1) ЗОА содержит зерноочистительную машину ОЗС-50/25/10 и один или два триерных блока (ТБ) с известными функциональными связями между частными технологическими операциями, определяющими фракционную технологию очистки зернового материала [1].

Для этих условий полнота выхода ε_{bj} j-го компонента исходного зернового материала в очищенную в ЗОА фракцию зерна

$$\varepsilon_{bj} = \varepsilon_{bjc}\varepsilon_{bjnc1}\left\{\left[(1-\varepsilon_{j01})\varepsilon_{j02}\sum_{c=1}^{m}P_c\varepsilon_{тбс}\right] + \left[(1-\varepsilon_{j01})(1-\varepsilon_{j02})\varepsilon_{j03}\right]\varepsilon_{bjnc2}\right\}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_{bjc}, \varepsilon_{bjnc1}, \varepsilon_{bjnc2}$ – полнота выхода j-го компонента зернового материала (j=1,2,…,b) в очищенную скельператором, пневмосепаратором (ПС) ПС №1 и ПС №2 фракции зерна; $\varepsilon_{j01}, \varepsilon_{j02}, \varepsilon_{j03}$ – полнота прохода j-го компонента через первые (01), вторые (02) и третьи (03) решёта, обобщённая по четырём ярусам; P_c – вероятности поступления зернового материала, прошедшего через четыре фракционных решета ($Q_{n12}, Q_{n22}, Q_{n32}, Q_{n42}$) в каждый с-й триерный блок (c=1,2,…,m).



$$\vec{F}_{ЗОА} = \left\{ Q, \alpha_j, W, M(b_j), \sigma^2(b_j), f_Q(B) \right\}$$

$$\vec{B}_{ЗОА} = \left\{ E_Ф, \varepsilon_{вj\mu}, W, b_{jxi}, b_{j0}, b_ф, b_C, \delta_{зi}, \delta_з, Q_0, Q_Ф, Q_{ок}, \varepsilon_{bjxi}, Q_{Пxi} \right\}$$

Рис.1. Структурная схема зерноочистительного агрегата

$$\sum_{c=1}^{m} P_c = 1 \text{, при } c = m = 1 \longrightarrow P_c = 1. \quad (5)$$

Полнота выделения в агрегате из исходного зернового материала сорных (j=n…m) (сход со скельператора $Q_{скс}$, сход с третьих решёт $Q_{cx13}, Q_{cx23}, Q_{cx33}, Q_{cx43}$ ярусов, проход первых решёт $Q_{n11}, Q_{n21}, Q_{n31}, Q_{n41}$ выделение лёгкой фракции в ПС №1 и ПС №2 – $Q_{bnc1}, Q_{bnc2})\varepsilon_{bc}$ и зерновых (j=г…е) (выходы из ТБ№1 $Q_{bзn1}$ и из ТБ№2 $Q_{bзn2})\varepsilon_{bnз}$ примесей:

$$\varepsilon_{bc} = \sum_{j=n}^{m} \left(1-\varepsilon_{bj}\right) \cdot a_j / \sum_{j=n}^{m} a_j, \quad (6)$$

$$\varepsilon_{bnз} = \sum_{j=г}^{e} \left(1-\varepsilon_{bj}\right) \cdot a_j / \sum_{j=г}^{e} a_j. \quad (7)$$

Выход сорных Q_{ok} и зерновых $Q_{ф}$ отходов:

$$Q_{ск} = \sum_{j=n}^{m} Qa_j \varepsilon_{bc}; \qquad Q_{ф} = \sum_{j=г}^{e} Qa_j \varepsilon_{bnз}. \quad (8)$$

Подача зерновых фракций в триерные блоки $Q_{ТБ}$ и содержание в них j-х компонентов $b_{jТБ}$:

$$Q_{ТБ} = \sum_{j=1}^{b} Qa_j \varepsilon_{bjc} \varepsilon_{bjnc1} \left(1-\varepsilon_{j01}\right) \varepsilon_{j02}, \quad (9)$$

$$b_{jТБ} = Qa_j \varepsilon_{bjc} \varepsilon_{bjnc1} \left(1-\varepsilon_{j01}\right) \varepsilon_{j02} / Q_{ТБ}. \quad (10)$$

Проход зерновой фракции через третьи решёта решётных ярусов Q_{n03} и содержание в ней j-х компонентов b_{j03} (зерновая фракция, поступающая в ПС №2 ВРЗОМ):

$$Q_{n03} = \sum_{j=1}^{b} \left[Qa_j \varepsilon_{bjc} \varepsilon_{bjnc1} \left(1-\varepsilon_{j01}\right)\left(1-\varepsilon_{j02}\right) \varepsilon_{j03} \right], \quad (11)$$

$$b_{j03} = \left[Qa_j \varepsilon_{bjc} \varepsilon_{bjnc1} \left(1-\varepsilon_{j01}\right)\left(1-\varepsilon_{j02}\right) \varepsilon_{j03} \right] / Q_{n03}. \quad (12)$$

Выход очищенной в ВРЗОМ фракции зерна Q_{bnc2} (проход третьих решёт в ярусах $Q_{n13}, Q_{n23}, Q_{n33}, Q_{n43}$ и их пневмосепарация в ПС №2) и содержание в нём j-х компонентов $b_{jзо}$:

$$Q_{bnc2} = \sum_{j=1}^{b} \left[Qa_j \varepsilon_{bjc} \varepsilon_{bjnc1} \left(1-\varepsilon_{j01}\right)\left(1-\varepsilon_{j02}\right) \varepsilon_{j03} \varepsilon_{bjnc2} \right], \quad (13)$$

$$b_{jзо} = \left[Qa_j \varepsilon_{bjc} \varepsilon_{bjnc1} \left(1-\varepsilon_{j01}\right)\left(1-\varepsilon_{j02}\right) \varepsilon_{j03} \varepsilon_{bjnc2} \right] / Q_{bnc2}. \quad (14)$$

Выход очищенного в триерных блоках зерна Q_o и содержание в нём j-х компонентов b_{jo}:

$$Q_o = \sum_{j=1}^{b} Qa_j \varepsilon_{bj}; \; b_{jo} = Qa_j \varepsilon_{bj} / Q_o. \quad (15)$$

Для операции распределения зернового материала по ширине скельператора распределительного устройства (см.рис.1) очевидно, что $\varepsilon_{bjPУ} = 1$. Воздействие этой операции на последующую определится плотностью вероятности $f_Q(B)$ распределения подачи Q зернового материала по ширине В скельператора и последующих рабочих элементов в ВРЗОМ.

Проход зернового материала через скельператор $Q_{ПС}$ - подача его в ПС №1 определится из выражения

$$Q_{ПС} = \sum_{j=1}^{b} Qa_j \varepsilon_{bjc}. \qquad (16)$$

В первом приближении (по результатам эксперимента) полнота прохода крупных примесей $\varepsilon_{bкпс} \approx 0{,}2 - 0{,}8\%$, для остальных j-х компонентов $\varepsilon_{bjc} = 1$. Рассмотрим процесс пневмосепарации зернового материала в пневмоканале (ПК) шириной B и глубиной S (рис.2) с подачей $Q_{ПС}$ в него зернового материала с известной или задаваемой плотностью вероятностей $f_Q(B)$ распределения этой подачи по ширине бокового ввода в ПК и плотностью вероятности $f_V(B)$ распределения средних по сечению пневмоканала скоростей воздушного потока.

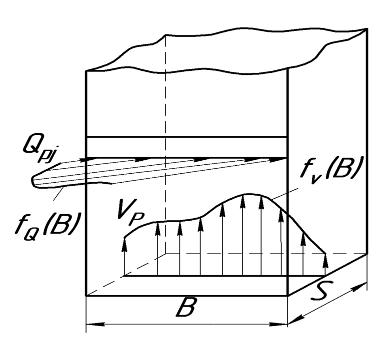


Рис. 2. Схема пневмоканала сепаратора

Для этих условий полнота прохода j-го компонента (j=1,2,…b) зернового материала в очищенную на этой частной операции фракцию [2]

$$\varepsilon_{bj\,ПС} = \frac{\sum_{p=1}^{e} Q_P \varepsilon_{Pj}(Q_P, V_P)}{B \cdot Q_{ПС}\, e} m_{jS} \cdot m_{jw}, \text{ здесь } K = B/e, \qquad (17)$$

где m_{jB}, m_{jW} - коэффициенты изменения величины $\varepsilon_{bjПС}$ от изменения глубины S пневмоканала и влажности W зерна [1]. Количество зернового материала Q_p, попадающего на каждый р-й участок (р=1,2,…,е) к-й ширины рабочего органа:

$$V_p = \frac{B \cdot V}{k} \cdot \frac{\int_{p-1}^{p} f_v(B)\,dB}{\int_{p=1}^{e} f_v(B)\,dB},$$

а средняя скорость воздушного потока на р-м участке:

$$Q_p = \frac{B \cdot Q_{ПС}}{k} \cdot \frac{\int_{p-1}^{p} f_Q(B)\,dB}{\int_{p=1}^{e} f_Q(B)\,dB}, \qquad (18)$$

здесь $\varepsilon_{Pj}(Q_P, V_p)$ - полнота выхода в очищенное пневмосепаратором зерно j-го компонента зернового материала с р-го участка ширины пневмоканала (р = 1,2, …, e) определится из известных выражений [1;3] при Q= Q_P и $V = V_P$.

Выход $Q_{ПС}$ очищенного в пневмосепараторе зерна определится из выражения

$$Q_{ПС} = \sum_{j=1}^{b} Q_{ПС} a_{jПС} \varepsilon_{bjПС}, \qquad (19)$$

где $a_{jПС}$ - содержание j-го компонента в зерновой фракции $Q_{ПС}$.

Содержание сорных примесей $b_{СПС}$ в очищенном зерне

$$b_{СПС} = \sum_{j=n}^{m} a_j \varepsilon_{bj\,ПС} / \left(\sum_{j=1}^{b} a_j \varepsilon_{bj\,ПС} \right), \qquad (20)$$

полнота выделения пневмосепаратора в отходы сорных примесей

$$\varepsilon_{b_{СПС}} = \sum_{j=n}^{m} \left[a_j \left(1 - \varepsilon_{bj\,ПС} \right) \right] / \sum_{j=n}^{m} a_j, \qquad (21)$$

содержание j-х компонентов в очищенном пневмосепаратором зерне

$$b_{jПС} = a_j \varepsilon_{bj\,ПС} / \left(\sum_{j=1}^{b} a_j \varepsilon_{bj\,ПС} \right), \qquad (22)$$

полнота выделения j-го компонента из зернового материала в пневмосепараторе

$$\varepsilon_{jПС} = (1 - \varepsilon_{bjПС}), \qquad (23)$$

содержание $b_{jЛ}$ j-го компонента зернового материала в легких отходах

$$b_{jЛ} = a_j (1 - \varepsilon_{bjПС}) / (\sum_{j=1}^{b} \left[a_j (1 - \varepsilon_{bjПС}) \right]), \qquad (24)$$

масса $Q_{bПС}$ выделенных в пневмосепараторе отходов

$$Q_{bПС} = \sum_{j=1}^{b} Q a_j (1 - \varepsilon_{bjПС}). \qquad (25)$$

Входное воздействие на рассматриваемый решетный модуль (см.рис.1) выражается вектором $\vec{F}_p$, независимые аргументы которого – случайные в вероятностно-статистическом смысле величины:

$$\vec{F}_p = \left[Q_{рм}, b_{jПС}, W, M(b_j), \sigma^2(b_j), f_Q(B_i), f_Q(H), f(l_i) \right]. \qquad (26)$$

Активные средства, определяющие эффективность функционирования решетного модуля, определялись вектором $\vec{A}_{PM}$ (см.рис.1), где Q_{PM} - подача зернового материала $Q_{PM} = Q_{ПС}$; $f_{\delta Q}(B_i)$, $f_Q(H)$ - плотность вероятности распределения j-го компонента по ширине B_i i-го решета в δ-м ярусе и по высоте Н ярусов в решетном модуле; $f(l_i)$ - закономерность поступления зернового материала на решета.

С учетом известной гипотезы об аддитивности процесса сепарации сыпучего материала на p-х участках ширины решетных ярусов полнота просеивания j-го компонента на i-м решете (i=1,2,3) δ-го решетного яруса (δ=1,2,…,4 для ВРМ ОЗС-50/25/10) определится известным выражением [3].

При известных $f_Q(H)$ и $f_{\delta Q}(B)$

$$\varepsilon_{\delta ij} = \frac{\sum_{p=1}^{e} Q \cdot \frac{\int_{r-1}^{r} f_Q(H)dH}{\int_{r=1}^{c} f_Q(H)dH} \cdot \frac{\int_{p-1}^{p} f_{\delta Q}(B)dB}{\int_{p=1}^{l} f_{\delta Q}(B)dB} \cdot b_{jПС} \cdot \varepsilon_{\delta ijp}(q_{\delta p})}{\sum_j q_\delta \cdot a_j}, \quad (27)$$

где $\varepsilon_{\delta ijp}$ - полнота просеивания j-го компонента зернового материала на р-м участке ширины i-го решета на δ-м решётном ярусе (см.рис.1) при подаче $q_{\delta p}$ на этот р-й участок.

Для первых решёт ярусов (Р11 или Р21, или Р31, или Р41) $\varepsilon_{\delta 1jp} = \varepsilon_{\delta 1j}$; для вторых решёт в ярусах (Р12 или Р22, или Р32, или Р42) $\varepsilon_{\delta 2jp} = (1-\varepsilon_{\delta 1j})\varepsilon_{\delta 2j}$; для третьих решёт в ярусах (Р13 или Р23, или Р33, или Р43) $\varepsilon_{\delta 3jp} = (1-\varepsilon_{\delta 1j})(1-\varepsilon_{\delta 2j})\ \varepsilon_{\delta 3j}$. При этом подача зернового материала на δ-й решетный ярус

$$q_\delta = Q_{PM} \cdot P_{ГQ} \cdot к, \quad (28)$$

здесь $P_{ГQ}$ - вероятность попадания случайной величины Q_{PM} на δ-й решетный ярус; $\varepsilon_{\delta ij}$ - определится из различных выражений [1] в зависимости от многих факторов:

$$\varepsilon_{\delta ijp}(q_{\delta p}) = f(Q, a_j, W, \gamma, f_j, L_{\delta i}, d_i, \alpha_i, \beta_i, R_i, N_i, n), \quad (29)$$

где f_j, γ - вид сыпучего материала (зерно, семена трав и др.) и его плотность; $L_{\delta i}$ - длина i-го решета δ-го решётного яруса; $d_{\delta i}$ - рабочий размер отверстий i-го решета δ-го яруса; $\alpha_{\delta i}$, $\beta_{\delta i}$, $R_{\delta i}$, $N_{\delta i}$ - угол наклона к горизонту, направленность, амплитуда и частота колебаний i-го решета в δ-м ярусе; n - количество решет в ярусе.

При известной полноте просеивания $\varepsilon_{\delta ij}$ j-го компонента на отдельных решётах яруса решет ($\delta = 1,2,...,k$) суммарная полнота просеивания j-го компонента на i-х решётах всех 4-х ярусов решетного модуля определится из выражения [3]

$$\varepsilon_{j0i} = \frac{\sum_{\delta=1}^{4} q_\delta \cdot a_{\delta j} \cdot \varepsilon_{\delta ij}}{Q_{PM} \cdot в_{jПС} \cdot k}, \quad (30)$$

где $a_{\delta j}$ - содержание j-го компонента в сыпучем материале, поступающем на δ-й решетный ярус.

Полнота прохода $\varepsilon_{bjПС2}$ j-го компонента в зерновую фракцию $Q_{bПС2}$, очищенную ПС №2 (см.рис.1), определится из выражения (17) при замене $Q_{ПС}$ на $Q_{П03}$ из выражения (11), а a_j на b_{j03} - из выражения (12) с соответствующими вероятностными характеристиками $f_Q(B)$ и $f_V(B)$ ПС №2. Показатели процесса пневмосепарации зерновой фракции $Q_{П03}$ определяются для этих условий из выражений (18)-(25).

Приведенные математические модели частных технологических операций и всей системы операций с учетом их адекватности [1] известной модели $\varepsilon_{ТБС}$ процесса сепарации зернового материала в триерные блоки (ТБ) позволили разработать программу для ЭВМ, использующую метод нелинейного программирования для параметрического синтеза системы рассматриваемых частных операций, технических средств для их реализации и оценки рациональных функциональных показателей различных структур зерноочистительного агрегата.

Моделирование процесса сепарации по фракционным схемам. Для реализации поставленных задач исследований с использованием методов математического моделирования и выбранного критерия оптимизации $E_ф$ рассмотрены две фракционные схемы ЗОА. Схема №1 состоит из двух норий НПЗ-25, зерноочистительной машины с размерами отверстий решёт: первое решето □ 1,7; второе решето фракционное с вариантами рабочих размеров отверстий: □ 2,2; □ 2,4; □ 2,6; □ 2,8; □ 3,0; третье – □ 3,4 и триерного блока ЗАВ 10.90000 (укомплектованного двумя кукольными цилиндрами) (рис.3).

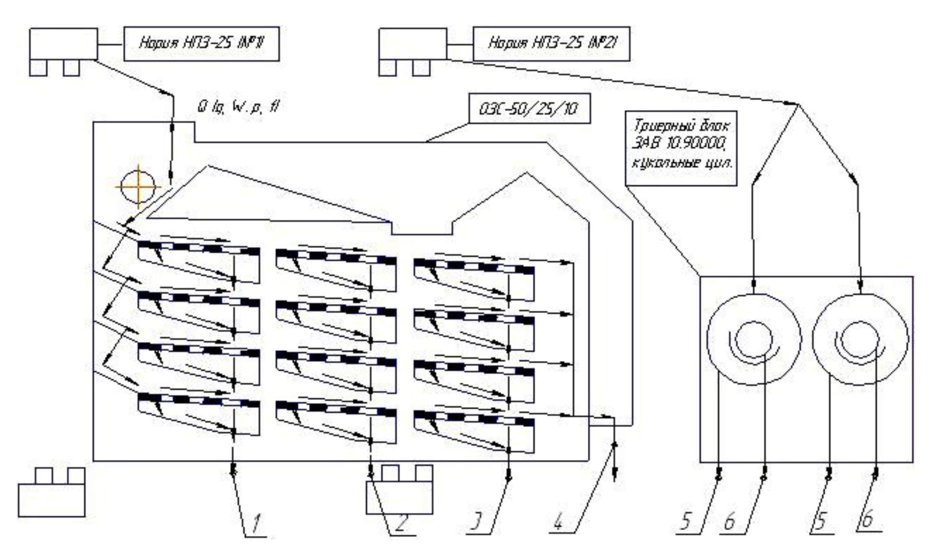


Рис.3. Схема №1 (фракционная, ярус вторых решет-фракционеров с вариантами размеров отверстий: □2,2; □2,4; □2,6; □2,8; □3,0): Q – поток обрабатываемого материала; 1 – мелкие сорные примеси; 2 – фуражные отходы и мелкое зерно; 3 – крупные примеси; 4 – очищенное зерно (ВРЗОМ); 5 – мелкое очищенное зерно (ТБ); 6 – короткие примеси (ТБ)

Схема №2 состоит из двух норий НПЗ-25, зерноочистительной машины ОЗС-50/25/10, ярусы решет которой имеют размеры отверстий: первое решето □ 1,7; второе решето фракционное с вариантами рабочих размеров отверстий: □ 2,2; □ 2,4; □ 2,6; □ 2,8; □ 3,0; третье – □ 3,4 и двух триерных блоков ЗАВ 10.90000(укомплектованных двумя кукольными цилиндрами каждый) (рис.4).

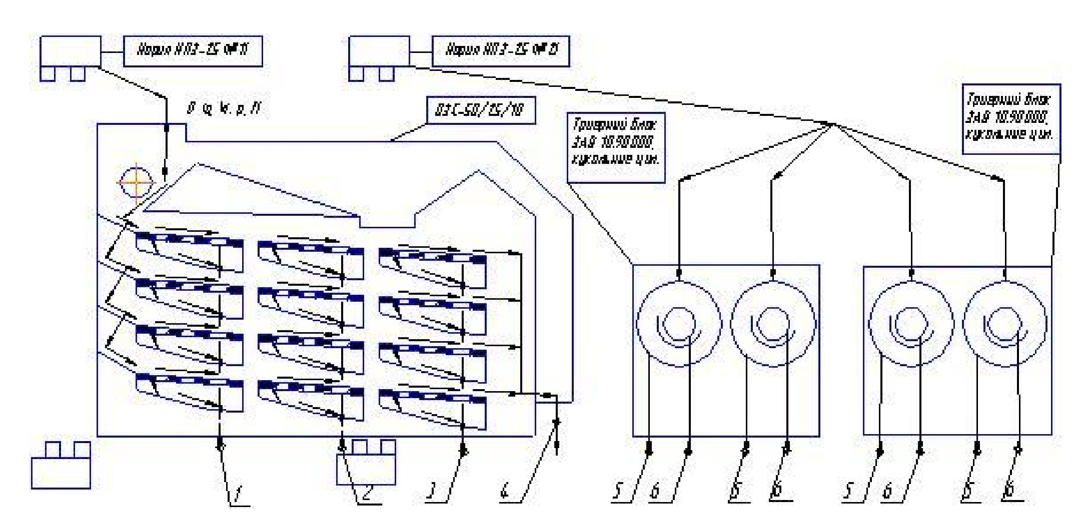


Рис.4. Схема №2 (фракционная, ярус вторых решет-фракционеров с вариантами размеров отверстий: □2,2; □2,4; □2,6; □2,8; □3,0): Q – поток обрабатываемого материала; 1 – мелкие сорные примеси; 2 – фуражные отходы и мелкое зерно; 3 – крупные примеси; 4 – очищенное зерно (ВРЗОМ); 5 – мелкое очищенное зерно (ТБ); 6 – короткие примеси (ТБ)

За исходный зерновой материал взята пшеница, поступающая для первичной очистки в ЗОА после уборки комбайном с усредненным (ЮФО, Ростовская область) содержанием основных компонентов: зерно пшеницы (0,886), зерновые примеси (0,040), мелкие сорные примеси (0,010), полова (0,005), соломистые примеси (0,003), крупные примеси (0,040), овсюг (0,001), дробленое зерно (0,015). Состав зернового материала изменялся в следующих интервалах: зерновые примеси {0,025;0,04;0,06;0,08}. Подача зернового материала в ЗОА варьировалась при функционировании по всем схемам {6;9;12;15;18;21}т/ч.

Построены алгоритмы и программы для ПК, проведен многомерный анализ и параметрический синтез отдельных сепараторов и всего ЗОА, определены основные его показатели функционирования (полнота выделения j-го компонента из зернового материала (Ej), чистота очищенного зерна (А), содержание сорных (Вс) и зерновых (Вз) примесей в очищенном зерне пшеницы и потери (П) зерна пшеницы в отходы для двух схем функционирования ЗОА.

Проведена оценка ограничения производительности ЗОА, функционирующего по технологическим схемам №1 и №2, согласно агротребованиям по ГОСТ 9353-90 (рис.5).

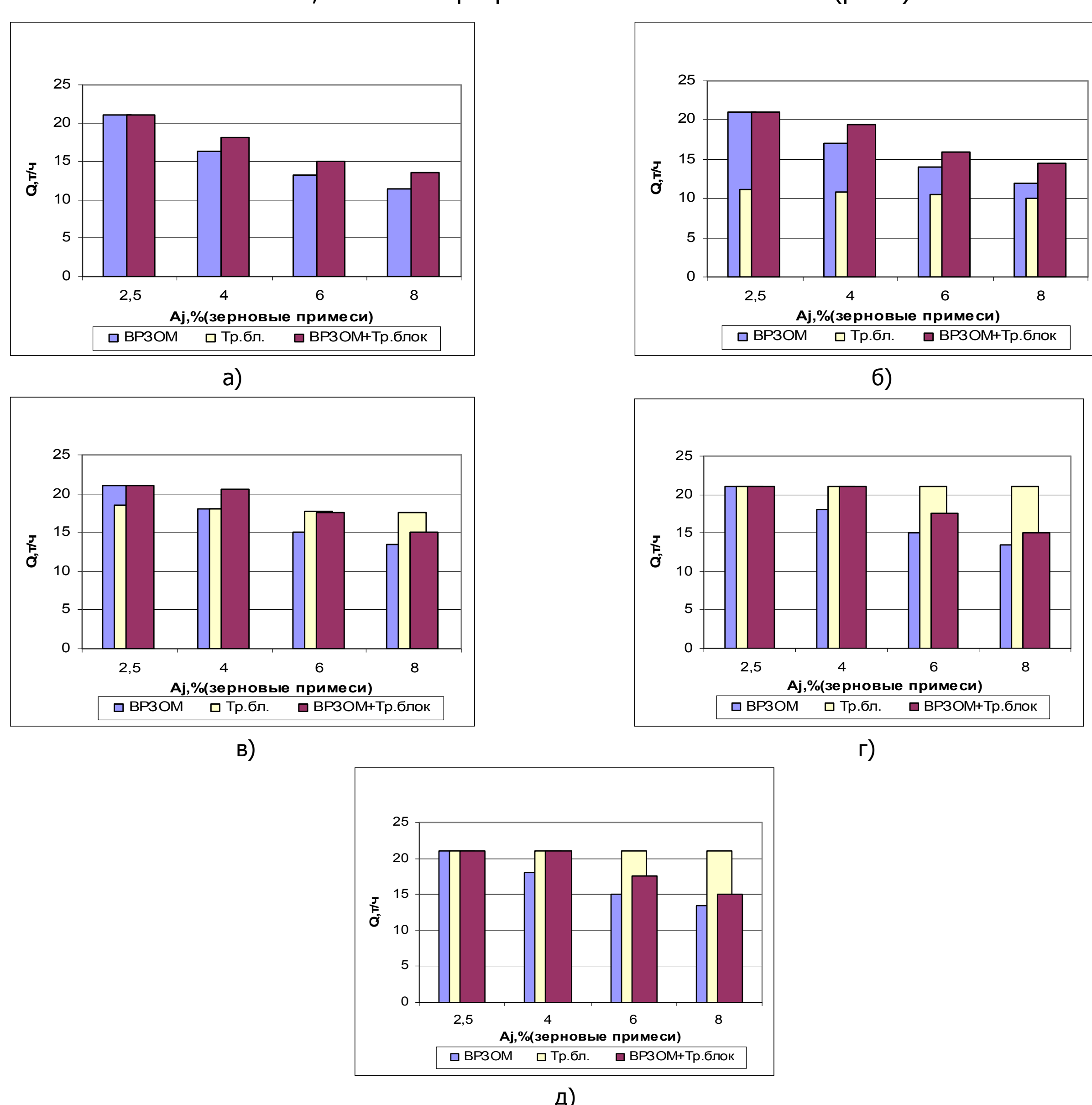


Рис.5. Изменение производительности Q агрегата при функционировании ЗОА по схемам №1 и №2 с вариантами размеров отверстий 2-го в ярусах решета-фракционера: 2,2мм – а), 2,4мм – б), 2,6мм – в), 2,8мм – г), 3,0мм – д)

Фракционные схемы №1 и №2 близки по функциональным характеристикам, потому что увеличение количества триерных блоков до двух не влияет на показатели очистки зерна пшеницы. Так как количество очищенного в триерном блоке зерна колеблется на уровне 10% (6,04-12,46%) от общего количества очищенного в ЗОА зерна, увеличение размера ячейки решета-фракционера с 2,2 мм до 3,0 мм облегчает работу ВРЗОМ ОЗС-50/25/10, несущественно нагружая триерный блок (см.рис.5).

Результаты моделирования и их обсуждение. Проведенное моделирование процессов фракционирования с применением триерных блоков при первичной очистке зерна пшеницы показало, что при варианте размера отверстий фракционного решета □2,2мм кукольные цилиндры триерного блока не обеспечивают качественного выделения сорных примесей (содержание сорных примесей в очищенном зерне превышает 1%, $B_{СП}$ =1,05-2,55%). При содержании в исходном зерновом материале зерновых примесей 8% производительность ЗОА снижается до 13,5-15т/ч (варианты размеров отверстий решёт фракционеров 2,2- 3,0 мм, схемы №1, 2 соответственно).

Фракционную схему №1 целесообразно применять при содержании в исходном зерновом материале зерновых примесей не более 4-5%.

Выводы. Математическое моделирование позволило с использованием методов анализа и параметрического синтеза выявить, что фракционная схема №1 с одним триерным блоком предпочтительней схемы №2 с двумя триерными блоками при исходной подаче зернового материала от 6 до 21 т/ч. Применение дополнительного триерного блока фактически не влияет на основные функциональные показатели. При варианте размеров отверстий решета-фракционера 2,6 мм функционирование ЗОА стабилизируется, и дальнейшее увеличение размеров отверстий существенно не влияет на изменение производительности ЗОА. Эффективность использования фракционной схемы с применением триера определится экономическим анализом функционирования ЗОА с различными структурами.

Библиографический список

1. Ермольев Ю.И. Технологические основы интенсификации процесса сепарации зерна воздушно-решетными зерноочистительными машинами и агрегатами: дис…. д-ра техн. наук. – Ростов н/Д, 1990. – С. 300.

2. Ермольев Ю.И. Тенденции и перспективы развития технологий и технических средств для семенной очистки зерна / Ю.И. Ермольев, М.В. Шелков, М.Н. Московский // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия «Технические науки». – Ростов н/Д, 2005. – С.112-119.

3. Ермольев Ю.И. Моделирование процесса сепарации зерна в воздушно-решётной зерноочистительной машине/ Ю.И. Ермольев, М.В. Шелков // Научные основы решения проблем сельскохозяйственного машиностроения: сб. науч. тр. / Изд. Тул. ГУ. – Тула, 2003. – С. 86-95.

Материал поступил в редакцию 26.02.10.

Y.I. ERMOLYEV , M.Y. KOCHKIN, G.I. LUKINOV, A.V. BUTOVCHENKO

FRACTIONAL GRAIN SEPARATION PROCESS MODELING IN THE GRAIN CLEANING AGGREGATE

A general approach to the mathematical modelling of the grain fractional cleaning process in the grain cleaning aggregate with different function charts is given. Its rational characteristics and functional values are synthesized.

Key words: fractional cleaning, functional chart, mathematical model, local operations, system, functioning values.

ЕРМОЛЬЕВ Юрий Иванович (р. 1943), доктор технических наук (1991), профессор (1992), заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины и оборудование» ДГТУ. Окончил РИСХМ (1969).
Область научных интересов: решение проблемы системной сепарации сыпучих гетерогенных сред сельскохозяйственного назначения, направленной на создание новых современных технологий и технических средств для поточной сепарации зерновых и других сельхозматериалов.
Имеет более 200 публикаций.

КОЧКИН Максим Юрьевич (р. 1981), аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины и оборудование» ДГТУ. Окончил ДГТУ (2004).
Область научных интересов: сепарация сыпучих сред.
Имеет 11 публикаций.

ЛУКИНОВ Георгий Ильич (р. 1937), директор Ростовской государственной МИС, кандидат технических наук (2007). Окончил Московский институт пищевой промышленности (1965).
Область научных интересов: очистка, хранение, оценка качества зерновых и продуктов их переработки.
Имеет 25 публикаций.

БУТОВЧЕНКО Андрей Владимирович (р. 1982), старший преподаватель кафедры «Сельскохозяйственные машины и оборудование», кандидат технических наук (2009). Окончил ДГТУ (2004).
Область научных интересов: современные технологии очистки сельскохозяйственных материалов.
Имеет 35 публикаций.

УДК 331.45

Г.В. БЕЛУШКИНА, Ю.И. БУЛЫГИН, Д.В. ДЕУНДЯК

РАСЧЁТ НАКОПЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЁМЕ ПОМЕЩЕНИЯ ОБКАТКИ МАШИН В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

Улучшение условий труда при воздействии вредных веществ на работников машиностроительных предприятий является актуальной задачей. Для правильного расчета вентиляции на участках обкатки сельхозмашин требуются надёжные данные о технологическом процессе. Существующие методики ориентированы на укрупнённые (годовые) выбросы, основанные на приближённых удельных показателях выбросов, определяемых для абстрактных источников загрязнения без учета их индивидуальных свойств и режимов работы. В работе предлагается уточненная методика прогнозирования состояния качества рабочей зоны в штатных и аварийных ситуациях, основанная на разработанных ранее авторами моделях, описывающих процессы образования и выделения выбросов от источника загрязнения.

Ключевые слова: *вредные вещества, показатели выбросов, источник загрязнения, рабочая зона, прогнозирование качества воздуха, расчет воздухообмена, промышленная вентиляция.*

Введение. Технологический цикл изготовления или ремонта машиностроительной техники завершается серийными испытаниями сборочной единицы, т.е. обкаткой машин. Эти испытания сопровождаются выделением в воздух рабочей зоны с отработавшими газами (ОГ) различных вредных веществ: оксидов углерода *(CO)*, азота *(NO_x)*, альдегидов *(R_xCOH)*, сажи *(C)*, бенз(а)пирена (Б*(а)* П или $C_{20}H_{12}$), паров дизельного топлива *(ДТ)*, а также избытков теплоты. В работах [1-3] представлены разработанные авторами математическая модель эмиссии канцерогенов (бенз(а)пирена) и уточненная модель эмиссии оксидов азота. Разработанные модели, описывающие процессы образования и выделения вредных веществ от источника, позволяют прогнозировать состояние воздуха рабочей зоны в различных ситуациях, в том числе аварийных.

Статья посвящена расчетам накопления вредных веществ в замкнутом объеме помещения обкатки машин в штатном режиме работы и в аварийной ситуации. Эти расчеты проводились на примере обкаточного участка сборочного цеха ООО «КЗ «Ростсельмаш». На обкаточном участке предприятия расположены пять стендов, на которых обкатка производится в номинальном режиме, близком к максимальной мощности. Стенды снабжены местными системами вытяжной вентиляции (отсосами), а также системой общей вентиляции. После обкатки на стенде машина самоходом перемещается на пост заправки и проверки кондиционера. Эти посты не оборудованы местными отсосами. По техническому регламенту испытания сборочной единицы занимают от 45 минут и до нескольких рабочих смен в том случае, если обнаружены неисправности и несоответствия требованиям нормативов и стандартов.

Утонченная методика расчетов штатной ситуации. Для участка обкатки комбайнов ОАО "КЗ "Ростсельмаш" в соответствии с работой [4] максимально разовый выброс i-го вредного вещества G_i определяется только на нагрузочном режиме. Расчет производится по формуле

$$G_i = \frac{M_{cpiД} \cdot t_{cp} \cdot A_Д \left(1-\varphi_{ОГ}\right)}{3600}, \text{ г/с}, \qquad (1)$$

где $M_{cpiД}$ - мощность выброса при обкатке на средней мощности комбайна, г/с; t_{cp} - время обкатки, с.; $A_Д$ - количество одновременно работающих стендов обкатки машин; $\varphi_{ОГ}$ - эффективность отсоса.

Формула (1) для определения максимально разового выброса i-го вредного вещества G_i по разработанным моделям токсичности имеет вид

$$G_i = \frac{Q_{cpОГ} \cdot C_{cpi} \cdot t_{cp} \cdot A_Д \left(1-\varphi_{ОГ}\right)}{3600}, \quad \text{г/с}, \qquad (2)$$

где $Q_{ср\,ОГ}$ - объёмный расход ОГ двигателя комбайна при средней мощности обкатки, м^3/с;

$C_{срi}$ - концентрация *i* -го вредного вещества в отработанных газах двигателя машины при обкатке на средней мощности.

Концентрации для бенз(а)пирена и оксидов азота вычислялись по математическим моделям [1] и [3]. Эффективность местного отсоса $\varphi_{ОГ}$ у обкаточного стенда в расчётах принимается 95%. Мощность выброса при обкатке, соответствующей средней мощности комбайна $M_{срiД}$, выбирается из таблиц методики [4]. Максимально разовые выбросы вредных веществ в рабочей зоне помещения обкатки комбайнов ACROS 530 с двигателями ЯМЗ-238ДК-1 согласно формуле (1):

$$G_{CO} = \frac{M_{срСОД} \cdot t_{ср} \cdot A_Д (1-\varphi_{ОГ})}{3600} = \frac{0.43 \cdot 60 \cdot 45 \cdot 5 \cdot (1-0.95)}{3600} = 0.0806 \text{ г/с};$$

$$G_{C20H12} = \frac{M_{ср\,C20H12Д} \cdot t_{ср} \cdot A_Д (1-\varphi_{ОГ})}{3600} = \frac{0.65 \cdot 10^{-6} \cdot 60 \cdot 45 \cdot 5 \cdot (1-0.95)}{3600} = 0.1219 \cdot 10^{-6} \text{ г/с}.$$

Аналогично получаем:

$$G_{NOx} = 0.06375 \text{ г/с}, \; G_C = 0.01344 \text{ г/с}, \; G_{CnHm} = 0.003375 \text{ г/с},$$

$$G_{RxCOH} = 0.0008625 \text{ г/с}, \; G_{SOx} = 0.006356 \text{ г/с}, \; G_{ДТ} = 0.00639 \text{ г/с}.$$

Время обкатки при средней нагрузке работающего комбайна в течение одного часа: $T_{раб}^{РЗ} = A_Д \cdot t_{ср} = 5 \cdot 45 \cdot 60 = 13500$ с.

Расчёт часового максимально разового выделения вредных веществ в рабочую зону при обкатке производится по формуле $G_i^{час} = G_i \cdot T_{раб}^{РЗ}$, г/ч.

$$G_{CO}^{час} = G_{CO} \cdot T_{раб}^{РЗ} = 0.0806 \cdot 13500 = 1088.1 \text{ г/ч},$$

$$G_{C20H12}^{час} = G_{C20H12} \cdot T_{раб}^{РЗ} = 0.1219 \cdot 10^{-6} \cdot 13500 = 0.001645 \text{ г/ч}.$$

Аналогично рассчитываются:

$$G_{NOx}^{час} = 0.06375 \cdot 13500 = 860.6 \text{ г/ч}, \quad G_{CnHm}^{час} = 0.003375 \cdot 13500 = 45.56 \text{ г/ч},$$

$$G_C^{час} = 0.01344 \cdot 13500 = 181.44 \text{ г/ч}, \quad G_{RxCOH}^{час} = 0.0008625 \cdot 13500 = 11.64 \text{ г/ч},$$

$$G_{SOx}^{час} = 0.006356 \cdot 13500 = 85.8 \text{ г/ч}, \quad G_{ДТ}^{час} = 0.00639 \cdot 13500 = 86.26 \text{ г/ч}.$$

Потребные расходы воздуха на общеобменную вентиляцию помещения обкатки определим из уравнения материального баланса:

$$L_{общ}^i = \frac{1000 \cdot G_i^{час}}{ПДК_{РЗi} - 0.3 \cdot ПДК_{РЗi}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3)$$

где *ПДК$_{РЗi}$* - ПДК i-го вредных веществ в воздухе, удаляемом из рабочей зоны (например, для $C_{20}H_{12}$ составляет 0,00015 мг/м^3); 0.3 *ПДК$_{РЗi}$* – ПДК i-го вредного вщества в приточном воздухе (считается, что прилегающая к участку воздушная среда территории загрязнена на 30%), м^3/ч.

$$L_{общ}^{C20H12} = \frac{1000 \cdot G_{C20H12}^{час}}{ПДК_{РЗi} - 0.3 \cdot ПДК_{РЗi}} = \frac{10^3 \cdot 0.001645}{0.00015 - 0.3 \cdot 0.00015} = 15667 \text{ м}^3/\text{ч},$$

Аналогично рассчитываются: $L_{общ}^{NOx} = \frac{10^3 \cdot 860.6}{5 - 0.3 \cdot 5} = 245885.7$ м^3/ч, $L_{общ}^C = 64800$ м^3/ч, $L_{общ}^{CnHm} = 216.9$ м^3/ч, $L_{общ}^{RxCOH} = 33257.1$ м^3/ч, $L_{общ}^{SOx} = 12257.1$ м^3/ч, $L_{общ}^{ДТ} = 410.76$ м^3/ч.

Суммарный потребный воздухообмен на общеобменную вентиляцию помещения обкатки при том, что все рассматриваемые вредные вещества обладают эффектом суммации, будет: $L^{\Sigma'}_{общ} = L^{CO}_{общ} + L^{CnHm}_{общ} + L^{NOx}_{общ} + L^{SOx}_{общ} + L^{C}_{общ} + L^{RxCOH}_{общ} + L^{ДТ}_{общ} + L^{C20H12}_{общ} = 449805.2$ м³/ч.

В соответствии с нормативными документами по расчету вентиляции эффекту суммации подлежат только оксиды углерода, азота и альдегиды:

$$L^{\Sigma'}_{общ} = L^{CO}_{общ} + L^{NOx}_{общ} + L^{RxCOH}_{общ} = 356864.2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Как видно из результатов расчёта (рис.1,2), наибольшая скорость накопления в воздухе рабочей зоны при обкатке комбайнов под нагрузкой относится к оксидам азота, что позволяет выбирать тип датчиков загазованности.

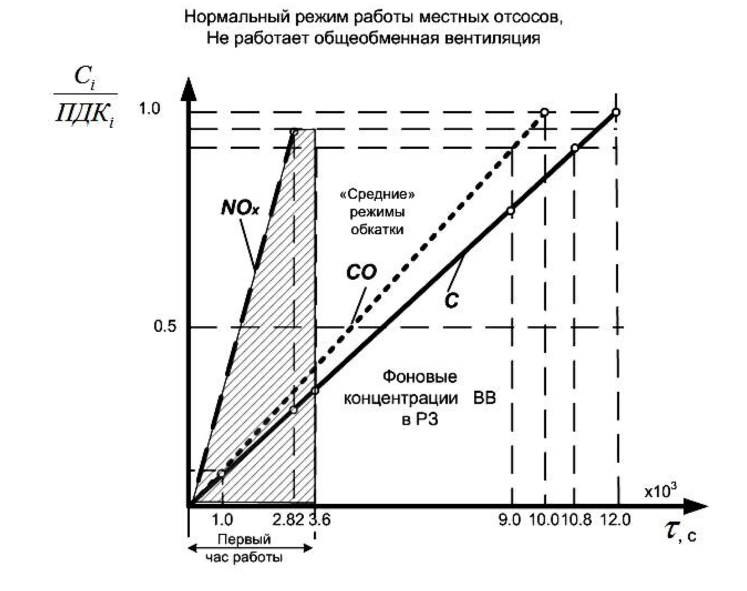


Рис.1. Изменение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны в штатном режиме при обкатке комбайнов на полной нагрузке

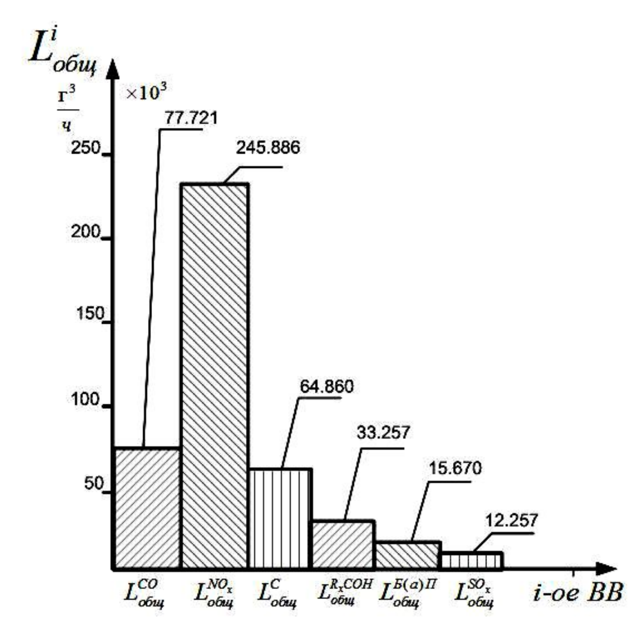


Рис.2. Потребные воздухообмены для участка обкатки комбайнов по i-му вредному веществу, выделяемому в воздухе рабочей зоны в штатном режиме работы

Методика расчетов в аварийной ситуации. Теперь рассмотрим случай, когда в «холодный» период года практически при отсутствии естественной вентиляции выходит из строя общеобменная вентиляция участка обкатки. Стенды обкатки загружены полностью, местная вентиляция функционирует.

Рассмотрим два случая, когда происходит разрыв одного местного отсоса при номинальном и среднем режиме нагрузки. На рис.3 представлено изменение концентрации вредных веществ в аварийной ситуации при обкатке комбайнов на номинальном режиме, на рис.4 – тот же аварийный сценарий, но при обкатке на среднем режиме. Расчеты проводились по формулам (2) и (3).

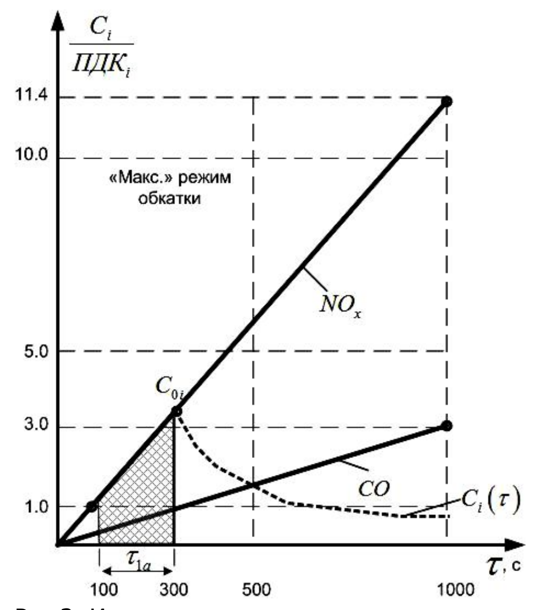


Рис.3. Изменение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны в аварийной ситуации при обкатке комбайнов на максимальном режиме

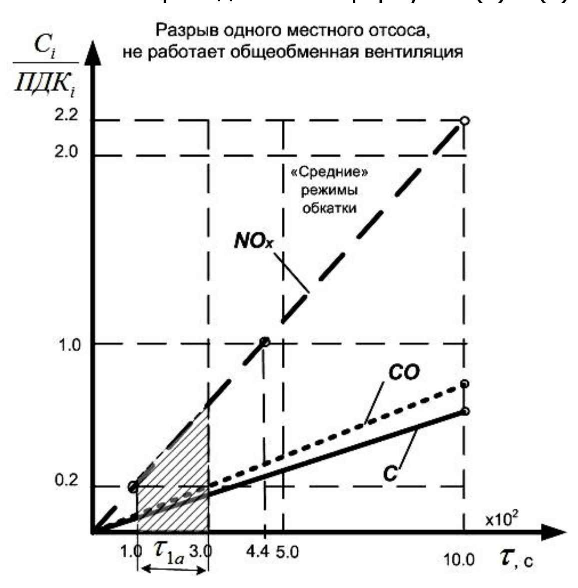


Рис.4. Изменение концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны в аварийной ситуации при обкатке комбайнов на среднем режиме

В первом случае до момента отключения поврежденного оборудования (см.рис.3) в течение времени $\tau_{1a} = [100;300]$ секунд в воздухе рабочей зоны происходит накопление вредных веществ (заштрихованная зона) и наблюдается значительное превышение *ПДК$_{рз}$* по оксидам азота. Учитывая, что расчет накопления вредных веществ в рабочей зоне проведен без учета имеющихся фоновых концентраций на момент аварии, то загазованность по *NO_x* еще более значительна.

Для прогноза изменения концентраций вредного вещеста в воздухе рабочей зоны при включении общеобменной (или аварийной) вентиляции использовалась модель рассеивания А.Н. Селиверстова [5]:

$$C_i(\tau)\frac{M_{вр}}{L_{пр}} + C_{прi} - \left(\frac{M_{вр}}{L_{пр}} + C_{прi} - C_{oi}\right)\cdot e^{-\tau\frac{Lпр}{Vn}},$$

где $C_i(\tau)$ – текущая концентрация i-го вредного вещества в воздухе рабочей зоны; C_{oi} и $C_{прi}$ – начальная концентрация i-го вредного вещества воздухе рабочей зоны и концентрация i-го вредного вещества приточном воздухе; $L_{пр}$ – потребный воздухообмен на приточную вентиляцию; $M_{вр}$ – выброс вредного вещества в единицу времени в рабочей зоне; $V_п$ – свободный объем помещения.

Расчеты показали, что во втором случае (при средних режимах обкатки) превышения ПДК не наблюдается (см.рис.4).

Заключение. Таким образом, разработанные модели [1] и [3] позволяют прогнозировать качество воздуха рабочей зоны для участков обкатки машиностроительных предприятий, на основе этих моделей уточняются значения потребных воздухообменов для проектирования систем общеобменной вентиляции. Разработанная уточненная методика позволяет дать рекомендации к выбору типа датчиков загазованности для различных помещений, учитывающие особенности технологического процесса. Выявлено, что для участка обкатки комбайнов необходимо использовать датчики загазованности по диоксиду азота.

Библиографический список

1. Белушкина Г.В. Об особенностях построения и исследования математической модели образования и сгорания бенз(а)пирена в двигателях тепловых машин / Г.В. Белушкина, Ю.И. Булыгин, Д.В. Деундяк // Интегро-дифференциальные операторы и их приложения: сб. науч. тр. / ДГТУ. – Ростов н/Д, 2008. Вып. 8. – С. 13-18.

2. Деундяк Д.В. Об исследовании математической модели образования и сгорания бенз(а)пирена для дизельных двигателей / Д.В. Деундяк // Интегро-дифференциальные операторы и их приложения: сб. науч. тр. / ДГТУ. – Ростов н/Д, 2008. Вып. 8. – С. 50-60.

3. Белушкина Г.В. Об уточненной математической модели образования и сгорания оксидов азота в дизелях тепловых машин / Г.В. Белушкина, Д.В. Деундяк // Материалы Международного Российско-Абхазского симпозиума «Уравнения смешанного типа и родственные проблемы анализа и информатики», 17-22 мая, Нальчик-Эльбрус. КБНЦ РАН, 2009. – С.164-165.

4. Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ремонтно-обслуживающих предприятий и машиностроительных заводов агропромышленного комплекса. – М.: Машиностроение, 1992.

5. Селиверстов А.Н. Вентиляция фабрично-заводских помещений. Т.1. НКТП СССР, ОНТИ. – М.: Госстройиздат, 1934.

Материал поступил в редакцию 05.04.10.

G.V. BELUSHKINA, Y.I. BULYGIN, D.V DEUNDYAK

CALCULATION OF HARMFUL SUBSTANCES ACCUMULATION IN THE CLOSE AIRSPACE OF THE TESTS-ROOM MACHINES IN AN EMERGENCY

Improvement of working conditions under the influence of harmful substances on the machine-building enterprises workers is an actual problem. Reliable data on the technological process for correct calculation of ventilation on the test sites of agricultural machines are required. Existing techniques are focused on the integrated (annual) emissions based on approximate specific indicators of emissions, calculated for abstract sources of pollution without taking into account their individual properties and operating modes. The specified technique of forecasting quality condition of the operating space in regular and emergency situations based on the models earlier developed by the authors that describe processes of forming and allocation of emissions from the pollution source is offered.
Keywords: harmful substances, emission indicators, pollution source, operating space, air quality forecasting, air exchange calculation, industrial ventilation.

БЕЛУШКИНА Галина Викторовна, старший преподаватель кафедры «Математика» ДГТУ. Окончила механико-математический факультет РГУ (ныне ЮФУ) (1971).
Область научных интересов: исследование разрешимости операторных уравнений и математическое моделирование в инженерной экологии.
Автор 20 научных работ.

БУЛЫГИН Юрий Игоревич (р. 1966), доктор технических наук (2007), профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» ДГТУ. Окончил РИИЖТ (ныне РГУПС) (1988).
Область научных интересов: исследование рабочих процессов и моделирование процессов образования и выделения вредных веществ в ДВС, улучшение условий труда работников транспортных предприятий.
Автор более 80 научных трудов.

bulyur_rostov@mail.ru.

ДЕУНДЯК Дмитрий Владимирович (р. 1981), инженер ООО «Медэлектронсервис», г.Ростов-на-Дону, кандидат технических наук (2009). Окончил факультет «Гуманитарный» ДГТУ (2003).
Область научных интересов: математическое моделирование в инженерной экологии, охрана труда в машиностроении.
Автор более 30 научных работ.

deundiak@inbox.ru

УДК 621.762.002

Ю.М. ВЕРНИГОРОВ, И.Н. ЕГОРОВ, С.И. ЕГОРОВА

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ПОРОШКОВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматривается способ повышения эффективности и качества сухого помола в бильной мельнице при помощи создания в области вращающихся бил магнитовибрирующего слоя. Показано, что степень измельчения и средний размер частиц получаемого порошка при измельчении зависят от времени помола и режимов электромагнитного воздействия.

Ключевые слова: *механическое измельчение, магнитовибрирующий слой, электромагнитное воздействие.*

Введение. При производстве порошков хрупких металлов и сплавов широко применяется механическое измельчение. Выбор способа измельчения определяется требованиями, предъявляемыми к конечной продукции, а также свойствами и состоянием исходного материала. Измельчение в барабанных, вибрационных, струйных, шаровых, ударных, планетарных центробежных мельницах и аттриторах осуществляется за счет истирающего, ударного и раздавливающего действия мелющих тел. При сухом помоле с возрастанием дисперсности порошка дробящий эффект становится все менее ощутимым, а также при достижении определенной дисперсности интенсифицируются процессы агрегирования [1] и часть приложенной энергии расходуется на разрушение агрегатов.

Одним из способов повышения эффективности сухого помола при изготовлении порошков магнитотвердых материалов в ударной мельнице является создание в области измельчения устойчивого магнитовибрирующего слоя [2, 3]. Для увеличения ударных воздействий при соударении частиц с билами последние имеют в сечении форму прямоугольной трапеции, нижняя и ударная поверхности которой образуют острый угол.

Цель данной работы – исследование эффективности применения электромагнитного поля при помоле в бильной мельнице.

Экспериментальная часть. Исходная шихта феррита бария имела средний размер частиц 81,3 мкм; дисперсию 97,6 мкм; медиану 55 мкм. Гистограмма распределения частиц исходной шихты по размерам показана на рис.1. Максимальный размер частиц порошка 550 мкм, частицы, имеющие размеры 20 – 40 мкм, составляют 31,5% от общего числа частиц в порошке. Исследование проводилось на лабораторной установке с объемом мельницы 100 см^3 и массой загрузки порошка 0,2 кг.

При измельчении материала в бильной мельнице без электромагнитного воздействия (режим 1) перемешивание порошка происходит только вращающимися билами. Мельница помещалась в межполюсное пространство электромагнитов, создающих постоянное магнитное поле с индукцией B_c =15,4 мТл и переменное с градиентом индукции $\partial B/\partial y$ = 27,6 мТл/м (режим 2) и 90 мТл/м (режим 3). Силовые линии постоянного и переменного магнитных полей взаимно перпендикулярны. Плоскость вращения бил мельницы параллельна силовым линиям постоянного и переменного магнитных полей. В таком поле в области вращения бил образуется магнитовибрирующий слой (МВС), в котором частицы и агрегаты порошка совершают поступательное и вращательное движения, что способствует их интенсивному разрушению. Таким образом, измельчение материала в МВС происходит за счет соударений частиц с вращающимися билами и между собой (самоизмельчение) [4].

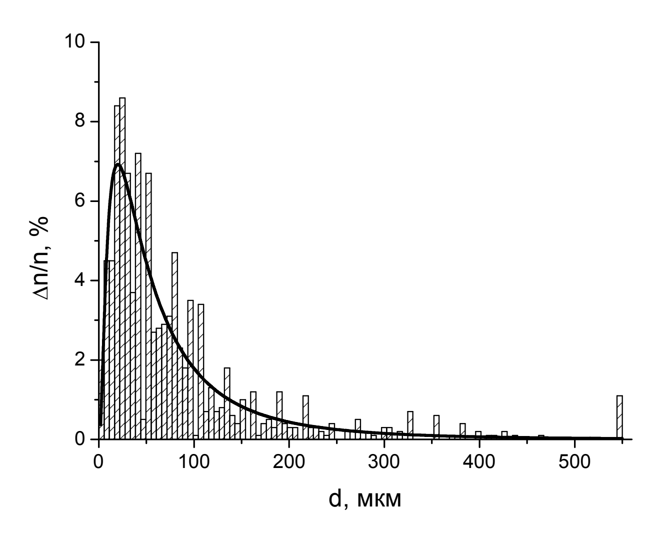


Рис.1. Гистограмма и кривая логарифмически нормального распределения частиц по размерам исходного порошка феррита бария

Для оценки эффективности применения электромагнитного поля и качества измельчения исследовались статистические характеристики гранулометрического состава (средний размер частиц, выборочная дисперсия, максимальный размер частиц) порошковых проб, которые отбирались через определенные промежутки времени из мельницы.

Средний размер частиц дает общую характеристику гранулометрического состава шихты и ее пригодность для изготовления постоянных магнитов. После 20 минут измельчения в режиме 1 средний размер частиц порошка уменьшается с 81,3 до 19,2 мкм. При создании в области измельчения устойчивого магнитовибрирующего слоя в режиме 2 средний размер частиц уменьшается до 9 мкм; в режиме 3 – до 2,8 мкм (рис.2,а). Из полученных результатов следует, что значения среднего размера частиц обусловлены не только механическими условиями измельчения, но и режимами электромагнитного воздействия [5].

С целью оценки отклонения размеров частиц порошка от средней величины в зависимости от времени измельчения определялась выборочная дисперсия Sd (рис.2,б). Значение выборочной дисперсии порошка после измельчения в мельнице в течение 20 минут в режиме 1 – 21,6 мкм; в режимах: 2 – 7,7 мкм и 3 – 3,7 мкм (см.рис.2,б). Таким образом, измельчение в режиме 3 обеспечивает степень отклонения от среднего в 5,8 раза меньшую, чем при помоле без электромагнитного воздействия.

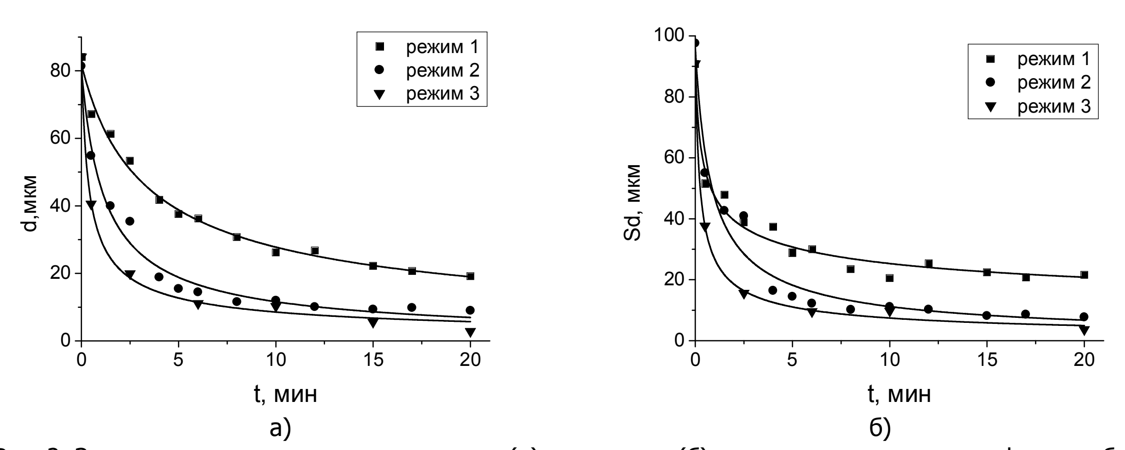


Рис. 2. Зависимость среднего размера частиц (а), дисперсии (б) от времени измельчения феррита бария

На качество порошкового изделия влияет большое количество факторов, в том числе максимальный размер частиц порошка. Так как при построении кумулятивных (интегральных) кривых (рис.3) содержание каждой последующей фракции прибавляют к содержанию предыдущей, то из рис.3,а видно, что через 6 мин помола максимальный размер частиц в режимах 1, 2 и 3 составляет 162, 114 и 78 мкм соответственно. После измельчения в течение 20 мин максимальный размер частиц в порошке уменьшился в режиме 1 до 158 мкм, в режиме 2 – до 78 мкм и в режиме 3 – до 40 мкм (см. рис.3,б). Из полученных результатов видно, что за 20 мин помола без электромагнитного воздействия максимальный размер частиц уменьшился в 3,4 раза, а в режиме 3 – в 13,5 раза.

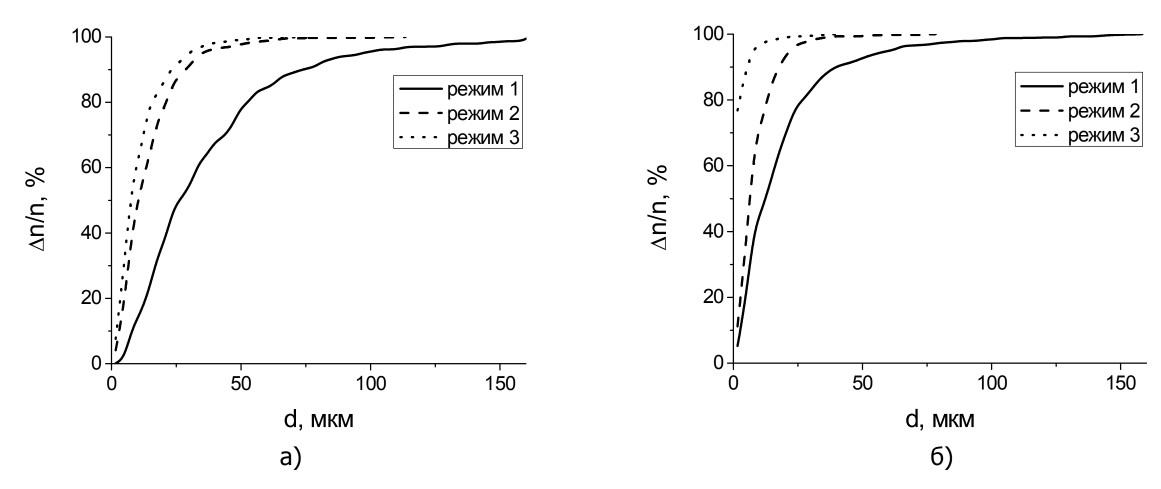


Рис.3. Кумулятивная зависимость распределения частиц феррита бария по размерам после измельчения в течение 6 мин (а) и 20 мин (б)

Степень измельчения – одна из количественных характеристик процесса, показывающая, во сколько раз уменьшился средний размер измельчаемого материала [6]. При увеличении времени помола с 10 до 20 мин в режиме 1 степень измельчения возрастает с 3,2 до 4,4; в режиме 2 – с 7,0 до 9,3; а в режиме 3 – с 8,7 до 29,4. Степень измельчения при помоле в течение 25 мин в режиме 3 увеличивается до 43,9, а в режиме 1 даже через 120 мин помола увеличивается только до 14,9. С ростом градиента переменного магнитного поля возрастает интенсивность движения частиц и агрегатов в магнитовибрирующем слое, что приводит к возрастанию роли процесса самоизмельчения и интенсификации помола.

Выводы. При помоле грубодисперсных ферромагнитных материалов в магнитовибрирующем слое качество помола (однородность шихты) и производительность повышаются за счет дезагрегации, разрушения частиц при их соударениях друг с другом (самоизмельчения) и удержания порошка в зоне вращающихся бил. Параметрами электромагнитного поля при помоле в мельнице можно задавать не только средний размер частиц, но и степень однородности порошка.

Библиографический список

1. Летюк Л.М. Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники / Л.М. Летюк, В.Г. Костюшин, А.В. Гончар. – М.: МИСИС, 2005. – 352 с.

2. Авторское свидетельство РФ № 2306180. Способ измельчения магнитных материалов и устройство для его осуществления / И.Н. Егоров, Ю.М. Вернигоров, С.И. Егорова. Кл. 6 В02С 13/00. Опубл. 2007.09.20.

3. Vernigorov Yu.M., Egorov I.N., Egorova S.I. The application of a magnetovibrating layer to the milling of ferromagnetic materials // Euro PM2005 Powder Metallurgy Congress and Exhibition: Proceedings, Vol. 1, 2-5 October, Prague, Czech Republic, 2005. – P. 451-455.

4. Егорова С.И. Измельчение магнитных материалов в магнитовибрирующем слое / С.И. Егорова // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2009. – № 4. – С. 5-10.

5. Вернигоров Ю.М. Динамика состояния ферромагнитного порошка при измельчении в магнитовибрирующем слое / Ю.М. Вернигоров, И.Н. Егоров, С.И. Егорова // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2006, № 1. – С. 29-32.

6. Андреев С.Е., Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. 3-е изд., перераб. и доп. / С.Е. Андреев, В.А. Перов, В.В. Зверевич. – М.: Недра, 1980. – 415 с.

Материал поступил в редакцию 22.03.10.

Y.M. VERNIGOROV, I.N. EGOROV, S.I. EGOROVA

THE EFFICIENCY OF MAGNETIC FIELD APPLICATION IN FERROMAGNETIC POWDER MILLING PROCESS

The method of efficiency and quality increase of dry milling in impact mill by creating the magnetovibrating layer in rotating beater area is considered. It is shown that the milling degree and average particle size of produced powder depend not only of milling time, but also of magnetic field regimes.
Key words: mechanical milling, magnetovibrating layer, electromagnetic fields.

ВЕРНИГОРОВ Юрий Михайлович (р. 1941), доктор технических наук (1995), профессор (1998) кафедры «Физика» ДГТУ. Окончил РГУ (1964) по специальности «Радиофизика».
Область научных интересов: порошковая металлургия, взаимодействие дисперсных магнитных систем в электромагнитном поле.
Имеет более 100 научных публикаций.

jvernigorov@dstu.edu.ru

ЕГОРОВ Иван Николаевич (р. 1982), кандидат технических наук (2007), доцент кафедры «Физика» ДГТУ. Окончил РГУ (2004) по специальности «Физика».
Область научных интересов: применение магнитовибрационных технологий в порошковой металлургии.
Имеет более 40 научных публикаций.

Stork@rspu.edu.ru

ЕГОРОВА Светлана Ивановна, кандидат технических наук (1992), доцент (1998) кафедры «Физика» ДГТУ. Окончила РГУ (1978) по специальности «Физика».
Область научных интересов: применение магнитовибрационных технологий в порошковой металлургии.
Имеет более 100 научных публикаций.

svyegorova@yandex.ru

УДК 502.56/.568

И.А. ИВАНОВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Состояние рабочей зоны в цехах литейного производства в значительной степени определяется количеством источников выделения вредных веществ производственного оборудования и состоянием средств очистки воздуха. Осуществление организованных выбросов в атмосферу производится низкими трубами, неорганизованных – через венткамеры системы вытяжной вентиляции. Количество выбросов и их токсичность определяют класс предприятия как источника загрязнения атмосферы. В работе на основании анализа существующих методов оценки влияния выбросов на атмосферу разработан аналитический метод определения коэффициента экологического риска.
Ключевые слова: *рабочая зона, литейное производство, коэффициент экологического риска, источники загрязнения, токсичность, пыль, производительность.*

Введение. Степень загрязнения атмосферного воздуха в зоне работы операторов и на территории предприятия в значительной степени зависит от технического состояния пылеулавливающего оборудовании, его эффективности и качества проведения регламентных работ. В инфраструктуру литейного производства входят плавильные агрегаты, шихтовый двор, участки складирования и транспортировки сыпучих материалов, приготовления формовочных и стержневых смесей, розлива металла, дробления, помола, сушки, выбивки форм и стержней, пескоструйной и дробеструйной очистки отливок и их галтовки.

При плавке чугуна кроме пыли выделяется значительное количество оксидов углерода, а также сернистый ангидрид, углеводороды, оксид азота. В индукционных печах при плавке алюминия выделяется помимо вышеуказанных ингредиентов хлор и фтористый водород. Литейное производство характеризуется газовыделением при воздействии теплоты жидкого металла на формовочные смеси. В зависимости от вида компонентов формовочных смесей из них может выделяться бензол, фенол, формальдегид, фуран, цианид, аммиак, а также другие токсические вещества [1].

В связи с наличием в цеху источников тепла на распределение загрязняющих веществ оказывает влияние конвекция [2].

Постановка задачи. В литейных цехах выделяется значительное количество пыли. Качество атмосферного воздуха в рабочей зоне литейного цеха зависит от концентраций вредных веществ и их токсичности. Эффективность существующих средств очистки выбросов не обеспечивает выполнение требований гигиенических норм. Предварительные экспериментальные и расчетные данные показывают многократное превышение максимальных приземных концентраций над предельно допустимыми (до 20 раз). При штучном производстве это носит кратковременный характер, однако при серийном степень экологического риска значительно увеличивается. В работе ставили задачу проанализировать существующие методы оценки влияния выбросов в атмосферу и предложить свой метод оценки определения коэффициента экологического риска.

Методы оценки. Оценка экологической опасности производственных объектов на промплощадках предприятий в отношении приземной атмосферы может определяться по зависимости [3]

$$O_j = \sum_{i=1}^{n} A_i \ M_i \ , \qquad (1)$$

где n - число ингредиентов загрязняющих веществ; A_i - коэффициент опасности i-го вещества, усл. ед.; M_i - масса i-го вещества, поступающего в атмосферу от всех i источников j-го производственного объекта, тыс.т.

Коэффициент опасности i-го вещества A_i определяется по формуле

$$A_i = \frac{1}{C_i} \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3, \text{ усл. ед.,} \quad (2)$$

где C_i - лимитирующая концентрация i-го вещества в организме человека вследствие дыхания; Π_1 - поправка на рассеивание i-го вещества в приземной атмосфере (без размерности) (табл.1); Π_2 - поправка на вероятность накопления i-го вещества в природных компонентах (табл.2); Π_3 - поправка на воздействие i-го вещества на различные реципиенты (табл.3).

Таблица 1

Значения поправок на рассеивание загрязнителей в приземной атмосфере Π_1

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок
Твердые аэрозоли и выбросы автотранспорта	5,0
Газообразные загрязнители	1,5

Таблица 2

Значения поправок на вероятность накопления загрязнителей в природных компонентах среды Π_2

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок
Металлы и оксиды ванадия, марганца, кобальта, никеля, хрома, цинка, мышьяка, серебра, кадмия, сурьмы, олова, платины, ртути, свинца, урана	5,0
Металлы и оксиды натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, бария, висмута, кремния, бериллия, других твердых компонентов, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), включая бенз(а)пирен	2,0
Прочие (газообразные, кислоты, щелочи в аэрозолях и т.д.)	1,0

Таблица 3

Значения поправок воздействий загрязнителей на различные реципиенты Π_3

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок
Испаряющиеся легко диссоциирующиеся кислоты и щелочи (фтористый водород, соляная, серная кислоты и т.п.), молекулярный фтор, хлор, сернистый газ, сероводород	2,0
Окислы азота, сероуглерод, озон, растворимые неорганические соединения фтора	1,5
Органические пыли (без ПАУ), древесная пыль, нетоксичные металлы, их окислы, альдегиды, аммиак, неорганические соединения кремния, плохо растворимые соединения фтора	1,2
Токсичные металлы, их окислы, легкие углеводороды, окиси углерода и прочие загрязнители	1,0

Суммарная величина массы загрязняющих веществ M определяется массами выбросов ингредиентов загрязнений имеющимися в данном производственном объекте источниками:

$$M = M_1 h_1 + M_2 h_2, \quad (3)$$

где M_1 - масса выбросов от организованных стационарных источников, тыс. т.; M_2 - масса выбросов от неорганизованных стационарных источников, тыс. т.; h - поправочный коэффици-

ент малой высоты источников выбросов, увеличивающий опасность загрязнения (экспертно определенная величина коэффициента h_1=1,4, для стационарно организованных источников h_2= 1,0).

По формуле (2) был рассчитан коэффициент опасности нетоксической пыли. Он равен 3000.

В работе [4] предлагается оценка категории экологической опасности предприятия $К_{эоп}$ по четырем классам. Коэффициент экологической опасности предприятия, определяется по формуле

$$К_{ЭОП} = \sum_{i=1}^{n} (M_i / C_{ПДК_i})^{a_i} \ , \qquad (4)$$

где M_i – масса загрязняющего вещества, т/год; $С_{ПДКi}$ =C_i /$ПДК_{р.з.}$– концентрация загрязняющего вещества в долях $ПДК_{р.з}$; a_i – коэффициент, учитывающий класс опасности i-го вещества: a_1 = 1,7 – 1-й класс опасности; a_2 = 1,3 – 2-й класс опасности; a_3 = 1 – 3-й класс опасности; a_4 = 0,9 – 4-й класс опасности; $К_{эоп}$ > 10^6 – соответствует предприятиям, наиболее активно загрязняющим атмосферу, 1-й категории; $К_{эоп}$>10^4-10^6 – 2-й категории, $К_{эоп} \geq 10^3$-10^4 – 3-й категории, $К_{эоп}$ <10^3 – 4-й категории.

Сравнение методов расчета параметров экологической опасности по зависимостям (1) и (4) показывает значительное расхождение результатов (на несколько порядков). Оценка параметра П, по работе [4] категории предприятия как загрязнителя атмосферы является менее формальной, более точно характеризующей степень воздействия предприятия на загрязнение атмосферы.

При определении параметра П для каждого *i -го* вещества и каждого источника *j* рассчитывают значения требуемого потребления воздуха ТПВ, м^3/с, и параметра *R* по следующим формулам:

$$ТПВ_{ji} = 10^3 M_{ji} \ / \ ПДК_i \, , \qquad (5)$$

$$R_{ji} = \frac{D_j}{H_j + D_j} \cdot \frac{C_{ji}}{ПДК_i} \cdot 10^3 \, , \qquad (6)$$

где M_{ji} – масса вещества, выбрасываемого источником в одну секунду, г/с; $ПДК_i$ –предельно допустимая концентрация вещества, мг/м^3; D_j – диаметр устья источника, если устье источника не круглое, то за D_j принимают его наибольший размер, м; H_j – высота источника над уровнем земли, м; C_{ji} – концентрация вещества в устье источника, г/м^3.

При D_j>0,5 H_j выражение D_j/(H_j + D_j) принимают равным единице.

Значение параметра $П_i$, м^3/с, для каждого вещества определяют по следующей формуле:

$$П_i = \sum_{j=1}^{n} ТПВ_{ji} R_{ji} \, , \qquad (7)$$

где *n* – количество источников на предприятии, выбрасывающем одноименные вещества.

Нами предлагается производить оценку категории предприятия как загрязнителя атмосферы на основе коэффициента экологического риска. Учтя, что $M_{ji} = C_{ji} \cdot q_j$, где q_j – объем выбрасываемого газа, м^3/с, и подставив формулы (5) и (6) в формулу (7), получим коэффициент экологического риска $К_{эр}$:

$$К_{ЭР_{ji}} = \sum_{j=1}^{n} 10^6 \, \frac{M_{ji} \cdot D_j \cdot C_{ji}}{ПДК_{ji}{}^2 \cdot (H_j + D_j)} = \sum_{j=1}^{n} 10^6 \, \frac{D_i}{H_j + D_i} (\frac{C_{ji}}{ПДК_{ji}})^2 \cdot q_j \, . \qquad (8)$$

Полученная нами аналитическая зависимость позволяет рассчитать параметр, в комплексе характеризующий геометрию источника выброса, мощность и токсичность выброса [5].

Результаты расчетов и их обсуждение. На основании расчетов коэффициента экологического риска с использованием [6] установлено, что литейный цех является загрязнителем атмосферы третьей категории. Полученные по экспериментальным данным средние значения $К_{эр}$=6·10^5. Оценка производилась по ПДК=2 мг/м^3 для участков выбивки решеток и пескоструйного участка литейного цеха, имеющих общий выброс.

Выводы. Анализ методов определения экологической опасности показывает, что использование зависимостей (1) и (4) дает весьма приближенную оценку, так как при этом используется статистика годовых выбросов, в отличие от предлагаемой в данной работе модели, где используются данные по секундным выбросам. Это обстоятельство является особенно важным при неритмичной работе предприятия, что характерно для современного производства в России, например, в случае штучного производства вместо серийного.

Библиографический список

1. Белов С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.

2. Мелькумов В.Н. Формирование конвективных воздушных потоков при действии в помещении источника тепла / В.Н. Мелькумов, С.Н. Кузнецов, С.П. Павлюков, Р.Н. Кузнецов // Вестник Волгоград. гос. арх.-строит. ун-та. Серия: Строительство и архитектура. – 2008. – № 12. – С. 76-80.

3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / А.С. Быстров, В.В. Варанкин, М.А. Виленский и др. – М.: Экономика, 1986. – 96 с.

4. Канищев А.Н. Экология автодорожного комплекса / А.Н. Канищев. – Воронеж: Изд-во гос. ун-та, 2001. – 152 с.

5. Иванова И.А. Анализ критериев экологической опасности на асфальтобетонных заводах / И.А. Иванова, С.А. Колодяжный, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: «Строительство и архитектура». – 2009. – №3. – С. 125-131.

6. ОНД 1-84. Инструкции о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохранных мероприятий и выдачи разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям. – СПб.: Госкомгидромет, 1984.

Материал поступил в редакцию 19.03.10.

I.A. IVANOVA

DETERMINATION OF THE FOUNDRY ENVIRONMENTAL THREAT COEFFICIENT

The state of the working area in the foundry sections is determined predominantly by the number of pollutant sources and the state of air cleaning devices. Organized pollutant emissions in the atmosphere are implemented by low pipes, unorganized pollutant emissions are implemented through ventilation chambers of exhaust ventilation system. The emission amounts and their toxicity determine the category of an enterprise as the atmosphere pollution source. An analytical method of determination of ecological risk coefficient is developed on the basis of available methods for estimation of emissions effect on the atmosphere.

Keywords: working zone, foundry engineering, ecological risk coefficient, pollution sources, toxicity, powder, productivity.

ИВАНОВА Ирина Александровна, ассистент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность» Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Окончила Воронежский государственный университет (2004).
Область научных интересов: определение категории предприятия как загрязнителя атмосферы на основе коэффициента экологического риска.
Имеет 18 публикаций.

ivanova-eco@mail.ru

УДК 621.65.331

С.А. СОЛОД, В.В. НОВИКОВ, Е.С. ЧАПОВА

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Проведен анализ применения экспертных систем в области безопасности труда на предприятиях машиностроения. Обоснована эффективность использования этих систем. Представлены процедурные цепи принятия решения с учетом гибких стратегий управления.

Ключевые слова: *ситуационное управление, технологическая подсистема, управляющая система, экспертные системы, безопасность труда.*

Введение. В настоящее время сохраняются устойчивые негативные тенденции в области безопасности труда на предприятиях машиностроения. Подтверждением этому является высокий травматизм при авариях на предприятиях этого комплекса. В результате таких аварий и несчастных случаев промышленность и экономика в целом несут значительные финансовые потери, которые исчисляются миллиардами рублей [1, 2].

Одним из наиболее важных и сложных моментов в этой области является описание процессов управления безопасностью труда. Главное практическое и реальное применение здесь получила технология искусственного интеллекта, сформировавшаяся в середине семидесятых годов прошлого века и получившая название экспертных систем, или инженерия знаний.

Экспертная система – это программа, которая заменяет эксперта в той или иной области. Экспертные системы предназначены главным образом для решения практических задач, возникающих в слабо структурированной и трудно формализуемой предметной области (например, безопасность труда). Это были первые системы, которые привлекли внимание потенциальных потребителей продукции искусственного интеллекта [3, 4].

Цель исследований по экспертным системам состоит в разработке программ, которые при решении задач, трудных для эксперта-человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решения, получаемые экспертами [3].

Создание и использование экспертных систем в области безопасности труда на предприятиях машиностроения является одним из концептуальных этапов развития информационных технологий. В основе интеллектуального решения проблем в некоторой предметной области лежит принцип воспроизведения знаний опытных специалистов-экспертов. Исходя из собственного опыта эксперт анализирует ситуацию и распознает наиболее полезную информацию, оптимизирует принятие решений, отсекая тупиковые пути. Огромный интерес к экспертным системам со стороны пользователей вызван, по крайней мере, тремя причинами. Во-первых, они ориентированы на решение широкого круга задач в неформализованных областях, на приложения, которые до недавнего времени считались малодоступными для вычислительной техники. Во-вторых, с помощью экспертных систем специалисты, не знающие программирование, могут самостоятельно разрабатывать интересующие их приложения, что позволяет резко расширить сферу использования вычислительной техники. В-третьих, экспертные системы при решении практических задач достигают результатов, не уступающих, а иногда и превосходящих возможности людей-экспертов [4].

Экспертная система может представлять собой совокупность методов и средств организации, накопления и применения знаний для решения сложных задач предметной области. Эти системы достигают более высокой эффективности за счет перебора большого числа альтернатив при выборе решения, опираясь на высококачественный опыт группы специалистов, анализируя влияние большого объема новых факторов, оценивая их при построении стратегий, используя возможности прогноза.

Оценка уровня безопасности труда на предприятиях машиностроения является весьма сложной задачей. Опасные ситуации, выступающие в качестве непосредственной предпосылки, реальной возможности несчастного случая, аварии, катастрофы, формируются под влиянием большого количества факторов.

Диалектическую необходимость, закономерность, скрывающуюся за случайными событиями, можно установить при помощи научно обоснованных методов анализа.

В процессе научного познания мы устанавливаем, что между опасными факторами, явлениями существует определенная закономерная связь, выражающаяся в том, что одно явление при известных условиях с необходимостью вызывает другое. Каждый фактор, в свою очередь, может быть источником нескольких причин, в разной мере способствующих порождению опасных ситуаций в процессе жизнедеятельности.

Многие проблемы управления безопасностью труда можно решить с помощью автоматизированных систем управления безопасностью труда, которые используют гибкие стратегии управления [5].

Гибкие стратегии управления могут быть использованы экспертными системами управления. Также эти стратегии управления могут быть использованы и вследствие изменения в экономической и политической жизни страны, под воздействием внешних и других факторов (природная среда, социальная обстановка), которые, в конечном итоге, и формируют выбор стратегий.

Очевидно, что операционные цепи управления формируются самыми различными путями, зависящими от разнообразия содержательных характеристик и источников ситуаций, а также от выбора стратегии управления [6]. Разнообразие реализуемых процедур, возможных источников возникновения ситуаций и выбираемых во внешней и внутренней средах объектов воздействия может быть упорядочено путем введения понятия элементарного цикла ситуационного управления, т.е. цикла разрешения ситуации. Под элементарным циклом понимается операционная цепь, связывающая источник ситуации во внутренней или внешней среде системы с одним из выбираемых объектов воздействия. Цикл управления считается элементарным в том смысле, что вся процедура управления ограничивается однонаправленными преобразованиями в системе управления безопасностью труда, будь то непосредственно воздействие на объект или воздействие на производственный объект с целью получения дополнительной информации. При этом информационные процессы включают операции по сбору, переработке и распределению данных, необходимых и достаточных для выработки и реализации решений по ситуации. Организационное воздействие выступает как форма реализации управленческих решений, осуществляемая с использованием определенных методов управления [6].

Последовательный перебор всех возможных связей между подсистемами и внешней средой по признаку "один источник ситуации – один элементарный цикл управления – одно воздействие" дает полный набор элементарных циклов ситуационного управления. При этом осуществляемое системой управления воздействие может основываться на комплексе решений различного характера.

В процессе разрешения ситуаций, т.е. при реализации воздействия с целью перевода системы в желаемое состояние, выбираем способ целесообразной деятельности, исходя из следующих вариантов:

- источник ситуации и объект воздействия находятся внутри системы;
- источник ситуации – во внешней среде, а объект воздействия – во внутренней;
- источник ситуации может находиться как вовне, так и внутри системы, а объект воздействия – во внешней среде.

Выбор определенного вида деятельности в процессе управления, направленного на реализацию одного из возможных вариантов связей между источником возникновения ситуации и объектом воздействия, представляет собой самую общую характеристику стратегии разрешения ситуации (или стратегии управления).

Таким образом, под стратегией управления мы понимаем принятие предварительного решения о выборе объекта управленческого воздействия. В соответствии с указанными выше вариантами сочетания источников возникновения ситуаций и объектов воздействия стратегии управления можно подразделить на три вида: регулирование, адаптация, средообразование.

Регулирование – это особый вид управленческой деятельности, направленный на стабилизацию или изменение состояния подсистем в связи с возникновением в них различного рода ситуаций и осуществляемый путем воздействия на каждую подсистему или на все вместе.

Адаптация – это вид управленческой деятельности, вызванный изменениями характеристик внешней среды и осуществляемый путем изменения параметров одной или всех подсистем.

Средообразование – это вид управленческой деятельности, воздействие которой обращено на внешнюю среду с целью ее изменения в благоприятном для данной системы направлении.

Процесс управления осуществляется в рамках одной из трех указанных выше стратегий или их сочетаний.

Источник ситуации воспринимается системой управления как совокупность входных сообщений.

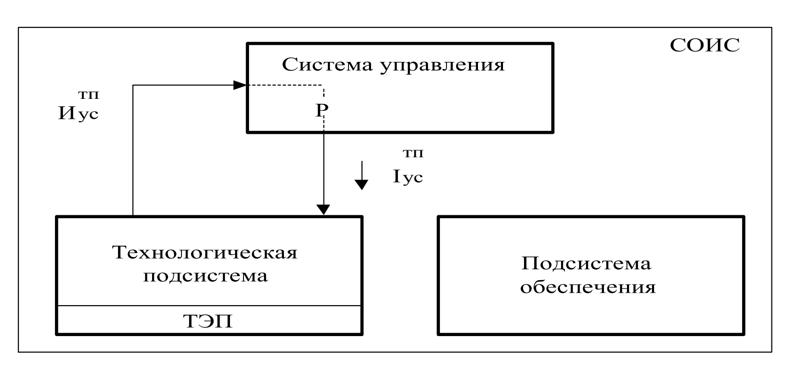
Поступающая в систему управления информация о ситуациях во внутренней и внешней средах перерабатывается в решения, которые реализуются путем воздействий, направленных на одну или несколько подсистем самой системы и внешней среды. В символической форме взаимосвязь между поступающей информацией, вырабатываемым решением и воздействием по его реализации выражается в виде

$$\bar{I} = \text{Си}_i \overline{\text{И}}_i, \qquad (1)$$

где $\bar{I}$ - кортеж (вектор) выхода системы управления: воздействия, направленные на реализацию принятого решения; Си_i - оперативный блок цикла управления, включающий процесс принятия и реализации решения, направленного на перевод системы в желаемое состояние; $\overline{\text{И}}_i$ - кортеж (вектор) входной информации, характеризующий ситуацию.

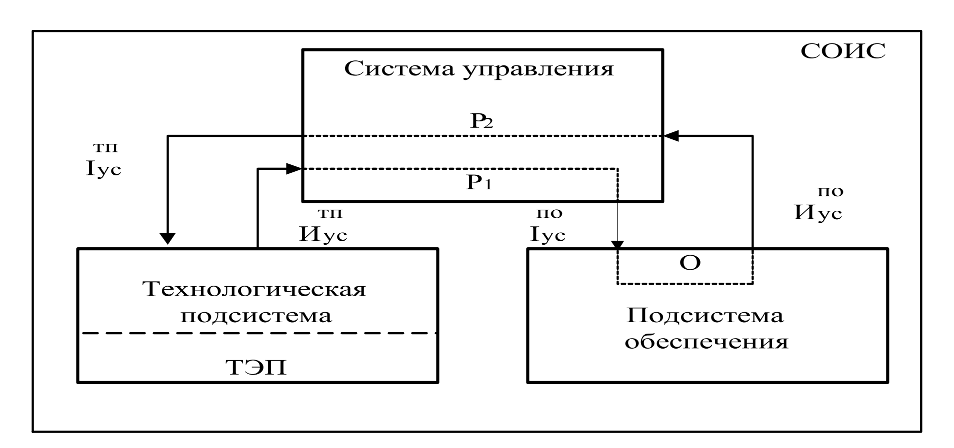
Варианты управленческих процедур (операционных цепей), связывающих ситуацию, и осуществляемые по ней решения, могут быть простыми (цепи типа УС-ТП, УС-ПО) и сложными (например, УС-ПО-ТП), где УС – управляющая система, ТП – технологическая подсистема, ПО – подсистема обеспечения.

Определение сложности относится к организационной форме "траекторий", связывающих подсистемы внутренней и внешней среды в процессе разрешения ситуаций. Под траекторией подразумевается определенным образом направленная и связная последовательность действий системы управления. Каждой форме траектории соответствуют свои информационные процессы и решения в виде организационно-распорядительной документации, методы их осуществления. Например, на рис.1 простая операционная цепь описывает поступление в систему управления информации о состоянии технологической подсистемы и выработку воздействия с целью изменения или стабилизации ее состояния. На рис.2 сложная операционная цепь отображает положение, когда система управления не обладает достаточным объемом информации для непосредственного и однозначного реагирования на ситуацию и вырабатывает решение и способ воздействия на подсистему обеспечения с тем, чтобы получить необходимую дополнительную информацию.



$$\text{ТЭП} \rightarrow \text{И}_{\text{ус}}^{\text{тп}} \rightarrow \text{Р} \rightarrow \text{I}_{\text{ус}}^{\text{тп}} \rightarrow \text{ТЭП}$$

Рис.1. Простая процедурная цепь: ТЭП – технологический эксплуатационный процесс; $\text{И}_{\text{ус}}^{\text{тп}}$ – информация о состоянии ТЭП; Р – процесс принятия решений в системе управления по выработке воздействия на технологическую подсистему; $\text{I}_{\text{ус}}^{\text{тп}}$ – воздействие на технологическую подсистему; СОИС – сложная информационно-иерархическая система



ТЭП → $И_{ус}^{тп}$ → P_1 → $I_{ус}^{по}$ → О → $И_{ус}^{по}$ → P_2 → $I_{ус}^{тп}$ → ТЭП

Рис.2. Сложная процедурная цепь: ТЭП – технологический эксплуатационный процесс; $И_{ус}^{тп}$ – информация о состоянии ТЭП; P_1 – процесс принятия и реализации решений в управляющей системе по выработке воздействия на подсистему обеспечения с целью получения информации (знаний), необходимой для разрешения ситуации в технологической подсистеме; $I_{ус}^{по}$ – воздействия управляющей системы на подсистему обеспечения с целью получения дополнительной информации, необходимой для выработки решений и осуществления воздействия; О – преобразования в подсистеме обеспечения (например, поиск необходимой документации, аналога ситуации или моделирование вариантов решения и воздействия управляющей системы на технологическую подсистему); $И_{ус}^{по}$ – дополнительная информация, передаваемая из подсистемы обеспечения в управляющую систему (результат деятельности подсистемы обеспечения); P_2 – процесс принятия решения по выбору варианта воздействия на технологическую подсистему на основе дополнительной информации; $I_{ус}^{тп}$ – воздействие управляющей системы на технологическую подсистему

Рассмотрим ограничения формирования элементарных циклов управления и их содержательную интерпретацию.

Во-первых, не все связи подсистем связывают циклы управления. Технологическая подсистема и подсистема обеспечения по информации взаимодействуют через систему управления. Следовательно, их могут связывать лишь те элементарные циклы, траектории которых проходят через систему управления.

Во-вторых, все формальные связи системы с внешней средой идут через систему управления. Поэтому конфигурация элементарных циклов при воздействии внешней среды или иного воздействия на нее захватывает систему управления.

В-третьих, управленческое решение и воздействие может быть направлено не только непосредственно в сторону источника возникновения ситуации (например, на технологическую подсистему в связи с поступлением информации о сбоях в технологии). Вполне вероятно, что для стабилизации технологической подсистемы необходимо изменить параметры системы управления или подсистемы обеспечения. Следовательно, меняется направленность решений и воздействий по отношению к источнику ситуации, меняется траектория управленческого цикла.

В-четвертых, отклонения в функционировании подсистем или новые задачи их развития и оптимизации могут вызвать необходимость выработки воздействия на внешнюю среду, в частности, директивную или равноправную. Это приводит к появлению еще одной группы элементарных циклов управления.

В-пятых, достаточно часты ситуации, когда внешнее воздействие приводит к необходимости обращения системы управления во внешнюю же среду. Следовательно, формируется еще одна группа элементарных циклов управления, характеризующихся внешним источником информации и внешним (по отношению к данной системе) объектом воздействия.

Таким образом, выявляется конечное число 36 элементарных циклов ситуационного управления (таблица), связывающих источник возникновения ситуации, вид процедуры по ее разрешению, соответствующие содержанию ситуации информационные преобразования по выработке и реализации управленческого решения и непосредственный объект воздействия.

Элементарные циклы ситуационного управления

Объекты управленческого воздействия		Источники Управленческих Ситуаций					
		Внутренняя среда			Внешняя среда		
		Технологическая Подсистема	Подсистема Обеспечения	Управляющая Подсистема	Директивная среда	Равноправная среда	Противодействующая среда
		Регулирование			Адаптация		
Внутренняя среда	Технологическая Подсистема	1 УС ТП ПО	2 УС ТП ПО	3 УС ТП ПО	10 УС ТП ПО	11 УС ТП ПО	12 УС ТП ПО
Внутренняя среда	Подсистема Обеспечения	4 УС ТП ПО	5 УС ТП ПО	6 УС ТП ПО	13 УС ТП ПО	14 УС ТП ПО	15 УС ТП ПО
Внутренняя среда	Управляющая Подсистема	7 УС ТП ПО	8 УС ТП ПО	9 УС ТП ПО	16 УС ТП ПО	17 УС ТП ПО	18 УС ТП ПО
Средообразование							
Внешняя среда	Директивная среда	19 УС ТП ПО	20 УС ТП ПО	21 УС ТП ПО	22 УС ТП ПО	23 УС ТП ПО	24 УС ТП ПО
Внешняя среда	Равноправная среда	25 УС ТП ПО	26 УС ТП ПО	27 УС ТП ПО	28 УС ТП ПО	29 УС ТП ПО	30 УС ТП ПО
Внешняя среда	Противодействующая среда	31 УС ТП ПО	32 УС ТП ПО	33 УС ТП ПО	34 УС ТП ПО	35 УС ТП ПО	36 УС ТП ПО

Представление процесса разрешения ситуаций в виде совокупности элементарных циклов имеет большое теоретическое и прикладное значение.

1) для любого реального процесса информационного обеспечения процедура разрешения ситуации может быть получена путем синтеза элементарных циклов управления;

2) подобное конструирование процессов решения ситуационных задач управления дает четкое представление о структуре информационных процессов, необходимых для реализации всех типов процедур управления;

3) состав взаимосвязанных информационных преобразований, включенных в элементарные циклы и соответственно в полную управленческую процедуру, является основанием для проектирования документационного обеспечения управленческих процедур, в том числе для разработки состава и форм документов, их реквизитов, последовательности заполнения и т.д.;

4) знание структуры информационной базы каждой процедуры и соответствующего ей документационного обеспечения является основанием для проектирования необходимого комплекса технических средств управления;

5) организационная структура управления должна обеспечивать возможность реализации тех связей и взаимодействий, которые выявлены при проектировании процедур разрешения ситуаций;

6) интеграция упорядоченных процедур взаимодействующих систем разного уровня позволяет формировать сквозные процедуры управления по каждому типу возникающих ситуаций;

7) каждый элементарный цикл управления, равно как и их совокупность, включает в свой состав не изолированные, а взаимосвязанные характеристики процессов решения ситуационных задач управления вне зависимости от того, в какой степени формализации они могут быть представлены.

Выводы. Операционные цепи обоснования и принятия всех управленческих решений по переводу системы в желаемое состояние с учетом всех взаимодействующих при этом факторов вряд ли могут быть разработаны. Однако выбор эффективной процедуры и цепи, свойственных ей операций вполне может быть поставлен в зависимость от источника и признаков ситуаций, а также от выбираемого объекта воздействия. При таком подходе процесс решения ситуационных задач управления отображается не различным сочетанием отдельных творческих, логических и технических операций и объектов их приложения, а совокупностью взаимозависимых этапов оценки ситуации, выбора стратегии ее разрешения, выработки и реализации решений.

Библиографический список

1. Иванов Е.А. Об основных направлениях совершенствования систем управления промышленной безопасностью / Е.А. Иванов // Безопасность труда в промышленности. – 2001. – № 3.

2. Бабочкин И.А. Некоторые советы инспекторам по обеспечению безопасности труда / И.А. Бабочкин // Безопасность труда в промышленности. – 2001. – № 10.

3. Интернет портал. Режим доступа: http://www.u69/ru./ management.htm/.

4. Попов Э.В. Системы общения и экспертные системы / Э.В. Попов. – М.: Радио и связь, 1990. – 464 с.

5. Екатеринославский Ю.Ю. Управленческие ситуации: анализ и решения / Ю.Ю. Екатеринославский. – М.: Экономика, 1988.

6. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика / Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1986. – 288 с.

Материал поступил в редакцию 10.03.10.

S.A. SOLOD, V.V. NOVIKOV, E.S. CHAPOVA

EXPERT SYSTEMS APPLICATION IN THE LABOUR SAFETY CONTROL SYSTEM AT THE ENGINEERING ENTERPRISES

Analysis of expert systems application in labour safety at the engineering enterprises which is used in decision-making support systems by the head of a department is considered. The efficiency of these systems is proved. Procedural chains of decision-making with flexible management strategies are presented.

Key words: elementary cycles of situational management, typification of situational management elementary cycles, technological subsystem, management system, support subsystem, expert systems, regulation, adaptation.

СОЛОД Сергей Алексеевич (р. 1972), соискатель кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». Окончил Краснодарское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск стратегического назначения (1994).
Область научных интересов: управление безопасностью труда.
Автор 10 научных публикаций.

НОВИКОВ Валерий Владимирович (р. 1961), кандидат технических наук (1996), доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». Окончил Рижское высшее политическое Краснознаменное училище им. маршала Советского Союза С.С. Бирюзова (1983).
Область научных интересов: управление безопасностью труда.
Автор более 30 научных публикаций.

ЧАПОВА Елена Сергеевна, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». Окончила ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (2007).
Область научных интересов: управление безопасностью труда.
Автор 10 научных публикаций.

elena_chpv@mail.ru

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 37 (094)

И.В. БОГУСЛАВСКИЙ, В.В. БОГУСЛАВСКАЯ

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ «ГЕОПЕДАГОГИКА»

В статье приводится обоснование и определение нового понятия «геопедагогика», обусловленного процессами глобализации в современном мире. Ставится проблема эволюции образования и формирования новой образовательной модели.
Ключевые слова: *глобализация, геопедагогика, устойчивое развитие, модель образовательного развития, образовательные технологии, life long learning.*

Анализ реальной образовательной практики (на уровне общего, среднего или высшего профессионального образования) сегодня показывает, что почти ничего не меняется на содержательной (а не формальной, поверхностной) основе. Это обусловлено резким противоборством старого и нового в массовом педагогическом сознании – стремлением одновременно к удержанию прежнего, стабильного, традиционного в системе образования и пониманием необходимости перехода к иной, отличной от информационной, образовательной модели. На наших глазах фактически проходит эволюция педагогики, проявляющаяся в многообразии форм, связывающих культуру и педагогику, отраженная в играющих принципиальную роль характеристиках контекста.

Реалии настоящего времени (в мире и в России) связаны с двумя процессами: глобализацией и кризисом. Глобализация привела к зарождению геополитики, а сегодня – и геоэкономики, и геокультуры. Предпринимаются попытки синтеза различных уже сложившихся дисциплин с целью выработки более адекватного научного видения современного мирового процесса. Фактически, возникшие после «геополитики» новые сочетания «гео» с экономикой, культурой иллюстрируют эти попытки. Кризис вынуждает ускорять движение в направлении создания когнитивной экономики – знаниевой экономики, или экономики, основанной на знаниях. Образование будущего становится невозможным без немедленного практического применения теоретического знания [1].

Постановка глобальных проблем образовательного процесса требует разработки нового языка, отражающего реалии современной динамики глобальной педагогики – геопедагогики. Предметом данной статьи является обоснование этого термина и определение понятия.

В китайской культуре символ кризиса расшифровывается как «опасность + возможности». С данной точки зрения, день сегодняшний можно считать моментом истины, позволяющим нам, субъектам образовательного процесса, понять и принять новые тенденции, определиться с собственной функциональной позицией, увидеть (и даже создать) новые возможности в реализации концептуально новой образовательной модели.

Геопедагогика концентрирует свои исследования на путях поиска такой модели образовательного развития, которая позволила бы получать выгоды и новые возможности всем участникам данного процесса.

Введение геопедагогического языка иллюстрирует фундаментальную проблему в звене подготовки решений - новое разделение труда. Прежнее разделение труда в науках достаточно эффективно работает, пока речь идет об изучении и производстве отдельных вещей. Однако оно недостаточно при обращении к проблемам конкретной жизни с высокой динамикой и сложностью современных процессов.

На смену предметно-ориентированному приходит проблемно ориентированное разделение труда. Оно позволяет выстроить звено подготовки решений в общем механизме выработки и принятия решений адекватно современным вызовам глобализации. В новом обществе устойчивость подразумевает способность к постоянным изменениям.

Таким образом, естественная необходимость изменения системы образования диктуется новым типом цивилизации: информационное общество предъявляет более высокие требования к интеллектуальному потенциалу специалистов. Формирование «опережающего» образования на-

правлено на переход от концептуального осмысления действительности к решению прикладных социальных, управленческих, организационных, технологических задач [2].

В эпоху индустриального общества основой технологического развития была фундаментальная наука, и подход к инженерному образованию базировался на изучении математики и естественно-научных дисциплин (физика, химия) в основном на уровне знаний, без особых требований к их творческому использованию в реальном деле.

Новый подход к образованию опирается на традиционные знания и умения, в добавление формирует у специалистов особые «компетенции», которые помогают развить способность применения знаний и умений на практике, в реальном деле, при создании новой конкурентоспособной продукции.

Рассмотрим рекомендации Совета Европы, выделившего пять ключевых компетенций (компетентностей) современного специалиста:

- политическая и социальная компетенция (ответственность);
- межкультурная компетенция (способность жить в поликультурном мире);
- коммуникативная компетенция (владение устной и письменной речью, компьютерной грамотностью, ориентация в сети Интернет);
- социально-информационная компетенция (критическое отношение к информации);
- профессиональная компетенция (готовность к постоянному повышению своего профессионального уровня).

Вполне очевидно, обеспечивается новое качество образования, что достигается переносом акцента с содержания (знания) на коммуникацию и способы коммуникации [3]. Интересно, что исторический опыт человечества показывает тесную зависимость между появлением новых способов и типов коммуникации и политической и социальной организацией общества.

Аналогичным образом изменяется и понятие «педагогической технологии» – устройство (обустройство) учебного процесса или учебной деятельности, которое целевым образом меняет учеников или позволяет им измениться самостоятельно. В ядре понятия педагогической технологии лежит процесс, в ходе которого при помощи различных технических устройств одни люди целевым образом изменяют других людей.

Технология есть искусственная организация процесса изменений в человеке, а если есть процесс, то есть фазы и этапы в этом процессе. «Безлюдных» педагогических технологий не бывает. Они обязательно требуют присутствия фигуры того, кто технологией владеет, может ее эксплуатировать, с кем можно поговорить («войти в коммуникацию»). Материал педагогической технологии – люди-носители определенного опыта и подготовки (методик, норм, правил). Они опираются на соответствующее инструментальное оснащение: информационные инфраструктуры, учебные материалы, тексты, фонограммы, картины, схемы и прочее.

Существо и содержание геопедагогики определяется тем, как она создает и транслирует универсум геокультуры и геоэкономики, точно так же как существо и содержание педагогической технологии определяются тем, как она создает и транслирует универсум культуры.

Таким образом, геопедагогика – это:

1) концептуальные воззрения, отражающие интерпретацию глобального мира через систему педагогических атрибутов;

2) вынесенная за национальные рамки система педагогических атрибутов и отношений, определяющих контур глобального образовательного пространства, в котором разворачиваются мировые процессы.

Геопедагогика выступает как симбиоз национальных педагогик и государственных институтов, переплетение национальных и наднациональных образовательных структур.

Главным «идеологическим стандартом» геопедагогики является Хартия Земли – народный документ, содержащий набор сущностных этических принципов с очень широким поликультурным основанием для поддержки идей устойчивого развития. Преамбула к Хартии Земли гласит: «Когда удовлетворены основные нужды человека, первостепенным становится развитие его личности, что означает стать лучше, а не иметь больше. Наши этические императивы являются отражением идеала личности, который мы выбираем для следования, и тех типов взаимоотношений, которые мы выбираем для жизни в обществе».

Хартия Земли предъявляет результат международного 10-летнего консультационного процесса представителей разных стран и регионов; демонстрирует согласованную позицию большинства стран мира; привлекает разнообразные источники (международное право, мудрость мировых религий и философских традиций, декларации и отчеты саммитов ООН, различные декларации и договоры международных негосударственных организаций, заключенных за последние тридцать лет); отражает те ценности, которые разделяют представители различных культур, традиций, вероисповеданий, мировоззрений, имущественного и социального положения и политических убеждений

Хартия Земли – стратегическое видение устойчивого развития как пути жизни человеческого сообщества; идеальная модель организации взаимодействия людей в условиях глобального общества устойчивого развития; «устав жизни» и деятельности человеческого сообщества как некой сетевой организованности. Таким образом, реализация идей Хартии Земли возможна через:

- условие – развитие человеческих ресурсов участников процессов устойчивого развития (как цель устойчивого развития);
- механизм – образование в интересах устойчивого развития;
- инструмент – геопедагогика.

Итак, введение понятия «Геопедагогика» и его сущностное определение позволяют заложить методологические основы решения проблем непрерывного образования («образование через всю жизнь» - «life long learning”) в глобальном постоянно изменяющемся мире.

Библиографический список

1. The management of sustainable development /I. Boguslavski, A. Tugengold, V. Gerasimov, N. Oleinik // Conference Engineering education in sustainable development, Delft, October 24-25, 2002. – P. 283 - 292.

2. Богуславский И.В., Богуславская В.В. Полиэтническое образовательное пространство как фактор сценарно-коммуникативной геопедагогики (на примере Донского государственного технического университета) / И.В. Богуславский, В.В. Богуслваская // Личность в межкультурном пространстве: сб. мат. IV Междунар. конф., посвященной 50-летию Российского университета дружбы народов, ч.II. – М.: РУДН, 2009.

3. Разумный В.А. Интегративная педагогика: обретенный смысл / В.А. Разумный // Ценности и смыслы: Научный и информационно-аналитический журнал. – 2009. – №1.

Материал поступил в редакцию 23.04.10.

I.V. BOGUSLAVSKIY, V.V. BOGUSLAVSKAYA

TO THE DEFINITION OF THE CONCEPT 'GEOPEDAGOGICS'

Substantiation and definition of the new concept ‘geopedagogics’ due to the global processes in the modern world are given in the article. The problem of education evolution and a new educational model formation is put.

Keywords: globalization, geopedagogics, sustainable development, educational development model, educational technologies, life long learning.

БОГУСЛАВСКИЙ Игорь Владимирович (р. 1963), проректор по научно-исследовательской и инновационной деятельности ДГТУ, доктор технических наук (1997), профессор (2001) кафедры «Робототехника и электроника». Окончил РИСХМ (1985) по специальности "Металлорежущие станки и инструменты".
Область научных интересов: информационные технологии и организация производства.
Автор более 180 научных работ, в том числе 3 монографий, 9 авторских свидетельств и патентов.

БОГУСЛАВСКАЯ Вера Васильевна, зав. кафедрой «Социогуманитарные науки» Донского государственного технического университета, доктор филологических наук (2004), доцент (2000). Окончила Ростовский государственный педагогический институт (1986).
Область научных интересов: теория и практика языковой компетенции, проблемы синтаксиса и моделирования журналистского текста, психолингвистические аспекты обучения на неродном языке, русский язык как иностранный, теория журналистики.
Автор 97 научных публикаций и 3 монографий.

УДК 91(470.61)

О.М. МОРОЗОВА

МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МНОГОУКЛАДНОСТИ В ПОРЕФОРМЕННЫЙ ПЕРИОД (НА МАТЕРИАЛЕ ДОНА)

Семейные архивы нескольких донских казачьих фамилий демонстрируют наличие у коренного населения Дона рыночного хозяйственного мышления еще в дореформенный период. Суждения, поведение, морально-этические установки донских помещиков всех категорий, обладая рядом черт, близких к великорусскому крепостническому типу, вместе с тем демонстрируют их высокую информированность в вопросах ведения рыночного интенсивного хозяйства. Автор делает попытку показать, как наличие «ветхозаветных» традиций в сфере денежного обращения и в производственной практике объясняется не преданностью старине, а той пользой, которую они приносили казакам в определенных ситуациях.
Ключевые слова*: экономическое поведение, хозяйственная практика, пореформенное время, многоукладная экономика, казаки и иногородние.*

Предисловие. Древняя мудрость о реке, в которую нельзя войти дважды, ставится под сомнение историей нашей страны, которой пришлось повторно вступить на топкие берега мутного потока рыночной экономики. Реалии переходного периода более чем столетней давности навязчиво вызывают ассоциации с новейшими событиями. Известная однотипность процессов позволяет судить о существовании закономерностей в оформлении новых социальных слоев в сфере предпринимательской деятельности.

Экономическая жизнь Дона пореформенного времени и рубежа веков отличалась большой пестротой. Товарное зерновое производство вытесняло полунатуральное скотоводство. Из всего объема производимого в регионе хлеба потреблялось на месте менее трети [1, с.9]. Южнороссийский промышленный район стал центром притяжения для иностранного капитала, с которым в страну пришли новейшие для того времени технологии. Среднегодовой прирост промышленного производства предприятий региона на 10-15% опережал общероссийский. И в то же время как следствие юртового землепользования падало благосостояние казачьих станиц.

Число представленных отраслей, происхождение капиталов и их владельцев, тип получения доходов, характер собственнических отношений – все было чрезвычайно многообразно. На сравнительно небольшой в масштабах страны ее юго-восточной части во второй половине XIX века стали скапливаться экономические парадоксы, соседствовать старое и новое, перемежаясь и причудливо наслаиваясь: Новочеркасск, единственный город в стране, находившийся под особым управлением, в котором даже дорожку в городском парке нельзя было устроить без разрешения военного министра [2, с.46 об.], и Ростов, стихийно выросший из лачуг рыбаков и торговцев, селившихся у таможни, – город, само появление которого противоречило имперской логике, когда практически ничто не могло возникнуть самопроизвольно, без воли и плана сверху.

Деловые круги региона были представлены выходцами из самых разных сословий российской империи и из осевших в стране иностранцев. Великие реформы предоставили главному привилегированному классу, дворянству, наилучшие возможности для освоения новых источников дохода: заботливое правительство предоставило им стартовый капитал в виде выкупных сумм и не требовало от них официального оформления их торгового и промышленного предпринимательства, что позволяло им избегать налогового учета [3, с.16]. «Но теперь, после всех благодетельных реформ, в наш промышленный век, почему же дворяне не могут обратить свое внимание, свои способности, наконец, на подобные предприятия?», вопрошал И.С. Тургенев, полжизни проживший за границей и видевший аристократов, спекулирующих на бирже и вырабатывающих сукно и сталь. А.Н. Энгельгардт в 1870-е гг. отмечал хозяйственную беспомощность соседей-помещиков, чье хозяйство велось плохо, «даже хуже…, чем в крепостное время, когда были хорошие старосты-хозяева…» [4, с.27, 55]. А ведь, по словам барона Н.Е. Врангеля, «деньги на юге в то время, в буквальном смысле, валялись на земле, и только ленивый не подбирал их» [5, с.194].

Сам Николай Егорович, почти промотав отцовское наследство, на последние деньги купил лесной участок в Харьковской губернии. Вырубив древесину на продажу, он продал его дороже, уже как подготовленный под полевые работы, практически утроив вложенные средства. Но такая деловая хватка была большой редкостью у великорусских помещиков. Донское же дворянство, особенно его мелкопоместная часть, вело хозяйство, основываясь «не на даровой, а на наемной работе», а потому, как писал один из донских помещиков в 1867 г., «последовавший вскоре крестьянский переворот (отмена крепостного права. – **О.М.**) не застал нас врасплох и не заставил прижиться при новых порядках» [6, с.372 об.]. Еще в 1830-е годы отмечен особый интерес местных землевладельцев к травопольной системе, английским плугам и сеялкам, высокопродуктивным и устойчивым сортам пшеницы [7, с.252, 325, 370 об.].

А в это время под боком развивается, хотя и отделенный от казачьих районов сословными границами, грязный поселок. Как писал оказавшийся в 1879 г. на берегах Дона в качестве представителя Российского общества промышленности и торговли Н.Е. Врангель, Ростов возник по-американски, стихийно [7, с.237]. Из недавних голодранцев образовался привилегированный класс. Подпись И.Э. Скарапанги под протоколом заседания Ростовского комитета торговли и мануфактуры 1889 г. – форменные каракули! [8, с.58]. Пригласив на должности городского головы, присяжных и судей людей образованных, таких как выпускник училища правоведения А.М. Байков, или послав на учебу «своих» людей, как, например, И.С. Леванидова, они составили с ними мощную группировку. Делая много для города, они не забывали использовать его ресурсы в своих интересах.

Оценки деятельности ростовских отцов города отличаются весьма сильно: от самых хвалебных до разоблачительных. Даже после смерти Байкова страсти вокруг его имени не утихли. Когда в 1895 г. возникло намерение установить его портрет в зале Городской думы, то в адрес Войсковой администрации стали поступать анонимные письма [9, с.5, 6], в которых напоминали мутные дела, творившиеся в городе при Байкове. Среди фактов неблаговидной деятельности городского головы назывались: использование сумм из наследства сирот для оплаты собственных долгов по векселям; сдача городского имущества в аренду и передача его в собственность без торгов и согласия городского общества; введение «произвольного сбора с приезжавших на базар»; подлоги; изъятие огромных сумм из «полукопеечного сбора». В частности, поднимался вопрос о незаконном прекращении следствия, начатого против него по указанию Александра II и остановленного без высочайшего повеления при следующем императоре [9, с.3].

В то время когда Ростов динамично развивался и богател, Донское общество торговых казаков («Пятисотское») в 1880-1890 гг. переживало сложные времена. Число его членов сокращается, в 1892 г. в нем осталось 200 чел. [10, с.3, 4]. Многие занимавшиеся торговлей «выписываются» из казаков. Положение не спасает даже то, что «пятисотские» казаки сами должны контролировать конкурентов – иногородних, например, внесение ими акцизов за право торговли на территории Войска [11, с. 1, 4 об.]. В декабре 1883 – январе 1884 гг. члены Торгового общества донских казаков устроили «бунт» против Гирлового комитета, который поддержал Войсковой наказной атаман. Деятельность Комитета за 30 лет была оценена как бесполезная трата капитала. Представители в Комитете от казачества Кошкин и Переселенцев названы «лицами, бог знает кем назначенными». На деле их назначил от казаков сам Гирловой комитет [12, с.28-35]. Причиной обмена резкостями стало то, что Ростовский комитет торговли и мануфактуры (а членами этого комитета и Гирлового были практически одни и те же лица) захотел заниматься железнодорожным строительством на Дону, т.е. на территории войсковых земель. В качестве формального главы был предложен начальник Московского железнодорожного округа, но не как представитель государства, а в качестве лица для контакта с Министерством путей сообщения. Его присутствие в Ростове не предусматривалось. Текущими делами должен был ведать вице-председатель из числа членов Ростовского комитета торговли и мануфактуры, то есть опять «свой человек». Один из членов этого комитета М. Топчиев имел по этому вопросу особое мнение: председатель должен иметь авторитет среди казачьего населения, поэтому целесообразно назначение его правительством и за счет правительства для большего авторитета среди казачьего населения. Но в итоге все

пошло по сценарию ростовских дельцов: председатель жил в Москве, а они работали в Ростове на благо личное и города.

Конфликты между ростовскими дельцами и донскими торговыми предпринимателями – это не столкновение мировоззрений, это борьба деловых группировок. Например, деятельность Гирлового комитета наносила ущерб рыбному промыслу, издавна контролируемому казаками. Предприниматели, действовавшие на территории Дона и Южного промышленного района, могут быть достаточно условно поделены на три категории: (1) иностранные и иногородние по происхождению капиталисты торгового и промышленного профиля, к ним относятся члены купеческих гильдий Ростова, Нахичевани, Таганрога; (2) члены Торгового общества донских казаков и (3) донские землевладельцы – производители товарного зерна и другой сельскохозяйственной продукции. Если бы не фигура Е.Т. Парамонова, то «Пятисотское» общество выглядело бы аутсайдером в этом ряду.

А вот донские землевладельцы, среди которых к началу XX века все еще оставалось значительное число казачьих дворян, демонстрировали высокую степень соответствия современным условиям. Показательна фигура Василия Ильича Денисова. В дореформенное время главным земельным владением Денисовых была слобода Ильинка, что на правом берегу р. Сал. Она числилась за семьей уже по IV ревизской переписи. Крепостные находились на оброке – 8 руб. серебром с душевого надела, барщины не было вовсе. По собственной инициативе отец Денисова сделал крестьянам «уступку отстранением добавочного с них платежа на землю, ныне им отмежеванную». Речь идет о 20% от суммы выкупного платежа, которые крестьяне должны были собрать сами, и только после этого первоначального взноса они получали частичные права на землю. Ежегодные выплаты в казну у крестьян слободы – 2912 руб. – были меньше суммы их годового оброка барину (3640 руб.) [13, с.5, 7, 8, 20, 24].

На средства, образовавшиеся после выкупной операции, была приобретена земля на территории Кубанской области, рядом со станицей Кущевка, на которой была создана экономия Ильевка. Экономия Ильевка представляла собой большое многоотраслевое хозяйство. В среднем оно приносило до 90 тыс. руб. годового дохода. Среди перечня выпускаемых товаров были дроги, виноградное вино, молочные продукты, мясо, разводились элитные породы скота – симментальские и ангельнские коровы, йоркширские свиньи и пр. Выращивались пшеница, виноград, кормовые культуры. Имелся винокуренный завод, спирт с которого сдавался в казну. До 1904 г. Денисов сам вел хозяйство в экономии и показал себя как знающий хозяин. В дальнейшем, когда, став членом Госсовета и шталмейстером Двора, Денисов постоянно жил в Петербурге, он вынужден был нанять управляющего из прибалтийских немцев Ивана Францевича Бреде. Переписка, состоящая из писем хозяина к управляющему, дает достаточно полное представление о приемах ведения дел, коммерческой этике, контактах и даже системе ценностей активно хозяйствующих субъектов.

Уровень специальных сельскохозяйственных знаний шталмейстера Двора поражает. После обхода полей внезапно нагрянувший из столицы владелец оставляет Бреде такую записку. «Осматривал люцерну […] Ее давно пора косить. 14 лан* уже отцвели и завязался рожок. В 17-м и 16-м лану много осота, который если сейчас не скосить, то он будет такой твердый, что его косы не возьмут» [14, с. 7]. Его также не устраивает способ доставки туш баранов для ресторанов Петербурга, и он дает подробную инструкцию управляющему по этому вопросу: головы и внутренности требуется удалять, но почки следует оставлять, каждую тушу перекладывать соломой и пр. Одно из писем представляет целое исследование годовых колебаний цен на различные сорта мяса, что имеет значение для планирования численности стад с тем, чтобы не передерживать поголовье. Так, он рекомендует своему немцу планировать главный забой овец к апрелю-маю, а свиней – к началу лета и, особенно, к августу-сентябрю, что противоречит всем крестьянским традициям, но с точки зрения коммерческого расчета совершенно обоснованно. Помещик Денисов знает поименно всех работников, и то, кто к чему способен. Уважает за старательность «хохлов», многие в сезон регулярно приезжают на работу в его экономию. А вот «казаков нам за свой счет нанимать не стоит», пишет потомок атамана Денисова, потому что теперь он рачительный хозя-

* Поля в крупных земледельческих хозяйствах делились на секторы, которые назывались ланы.

ин. Несмотря на то, что Ильевка не единственное его имение, а доходами от землевладений его финансовые поступления не ограничиваются (Денисов имеет 36 тыс. в год как член Госсовета), он близко к сердцу принимает все, что касается хозяйства. Он пишет управляющему Бреде: «Быть за 2000 верст от имения очень тяжело. Меня волнует и завод, и поставка спирта, и уплата векселей, и результаты кормления [скота]… а сами вы пока я не надоедаю, не пишите ничего. Удивительный человек» [14, с.9 об., 12-13, 59 об.] (Выделено нами. – **О.М.**).

Немецкий управляющий год от года все более заставлял нервничать своего нанимателя. Он капризничал, грозился уходом, требовал денег на «оборотный капитал», «забывал» своевременно производить расчеты с владельцем экономии («самовольно удерживаете мои деньги», – пишет Денисов) и с поставщиками и пр. Вызывали недоумение суммы его расходов «на улучшение имения». В одном из писем читаем: «Я вам верю, что вы честный человек, но любите тратить широко деньги. […] Сами чуть не каждый день в Ростове, где поездка в 1-м классе, дорогой номер и др. расходы, конечно, ложатся на экономию. Доходы получаются только тогда, когда *экономятся расходы*, а Вы большой барин, шикарнее, чем я сам. Затем, я когда приеду, вы мне сами все расскажете и покажете книги». Дошло до того, что Бреде возложил на хозяина ответственность за ряд хозяйственных проблем, и тот раздраженно напоминает: «Не я у вас пока управляющий, а вы у меня» [15, с. 12, 8].

Денисов разбирался и в финансовых вопросах. Он хорошо читал отчеты, получаемые от управляющего, ловя его на подтасовках, и платежные документы из тех банков, в которых имел счета. В письмах Бреде он дает подробные инструкции по погашению векселей по разным кредитным операциям, следит за поступлением средств из Акцизного ведомства, из министерства железных дорог за проданный под строительство железнодорожной ветки участок и пр.

Тон писем со временем крепчает, но из документов неясно, решился ли граф расстаться со своевольным управляющим. Видимо, столь многолетнее сотрудничество нельзя объяснить лишь попустительством. Если Бреде проработал в экономии как минимум десять лет, это значит, что в целом методы хозяйствования последнего устраивали помещика. А методы стоят особого разговора. В архивах экономии сохранилось изрядное количество писем-жалоб от получателей и покупателей различного рода продукции этого хозяйства. Очевидно, что управляющий часто всучивал им некачественный товар, но со стороны хозяина лишь однажды поступила вялая реакция на рекламации в форме совета, что надо бы самому следить за качеством товара.

Денисов давал своему управляющему примечательные наставления: «С полицией надо быть в хороших отношениях […] и надо приставу и околоточному давать подарки. Я плачу здесь в Петербурге на Пасху и Рождество приставу от 20-25 рублей, околоточному 5 и другим служащим кому 1 рубль, кому 3 рубля. Помощнику пристава 10 рублей. Поэтому ко мне никто не лазит [16, с. 56]. Предыстория этого примечательного письма такова. Санитарная комиссия и полиция посетили молочную ферму в Ростове, записанную на жену Денисова, и нашли там нарушения гигиенических правил, что нашло отражение в газетной статье, имевшей нежелательный для уважаемого человека резонанс.

Из частной переписки мы можем узнать, что два столичных сановника – граф Лихтенштейн и шталмейстер Двора, член Госсовета Василий Ильич Денисов – обсуждают в частной беседе преимущества различных схем откорма скота! Если А.Н. Энгельгардт, вникающий в 1872 г. в тонкости возделывания льна, исключение, то Денисов, судя по документам, в 1900-1910-х гг. типичный представитель обуржуазивающегося дворянства.

До 1915 г. Денисов возглавлял Совет Российской экспортной палаты (РЭП). Он был идеологом проведения активной экспортной политики для защиты внутреннего рынка и поиска новых рынков и новых путей сбыта отечественной продукции. При его активном участии при Экспортной палате была создана Комиссия по пересмотру торговых договоров с Германией. Программа работ комиссии была разработана М.И. Туган-Барановским. Как признано историками, работа Комиссии в немалой степени способствовала эскалации антигерманских настроений в обществе в предвоенный период. То, что Денисов-предприниматель стоит за спиной Денисова-общественного деятеля, очевидно. В документе, подготовленном Г.А. Крестовниковым по заказу РЭП в 1911 г., говорится, что Германия вытесняет Россию из ее исконных (!) рынков ржи в Северной Европе; сама

Германия еще недавно ввозила российский хлеб, теперь ввоз сокращен вдвое, на таможнях Германии творится произвол в отношении наших товаров. Ужесточаются ветеринарно-санитарные правила, устанавливаются штрафы и новые более высокие ввозные пошлины, существует диспропорция железнодорожных тарифов на немецкие и русские товары. Были случаи, когда вагоны возвращались из Германии поставщику. Вывоз пшеницы из России сокращался: 1903 г. – 5 567 000 пуд., а в 1908 г. снижение до 3 243 000 пуд. Та же тенденция прослеживается в отношении экспорта спирта, сахара, кож и многих других товаров. Все это производил и сам Денисов. Германия – его личный торговый конкурент!

Таким образом, мы имеем перед собой новый тип российского дворянина, являющийся неким гибридом старого служилого сословия, «слуг государевых», от которых унаследованы государственное чувство и радение об общественной пользе, и новой генерации капиталистических дельцов, обладающих необходимыми знаниями и навыками, умеющих работать, с расчетом рисковать.

Успешно совмещал предпринимательство и государеву службу и предводитель дворянства в Ростовском-на-Дону уезде А.К. Кривошеин. Он прославился подтасовыванием выборов и целым рядом мошеннических проделок. Представитель Российского общества промышленности и торговли в Ростове-на-Дону Н.Е. Врангель описал, как Кривошеин продавал пароходы с неисправными топками, – тряпками, смоченными в керосине, разводили пары, казалось, пароход готов к отплытию [5, с. 240-241]. С 1892 по 1895 гг. он исполнял обязанности министра путей сообщения, но был уличен в поставке леса из своих имений казенным железным дорогам и уволен в отставку. Владея имением в Полтавской губернии, он начал строительство железнодорожной ветки к нему! Целью было удешевление стоимости транспортировки товарного хлеба, производимого в имении. После его отставки работы были остановлены и строительство дороги было не закончено.

Не у всех дворян получалось вести хозяйство, такие землевладельцы рано или поздно приходили к мысли о продаже имения. Дядюшка шталмейстера Денисова старый генерал Веденяпин не получал никакого дохода от двух своих имений. Родная сестра Василия Ильича с болью пишет брату о решении мужа продать некой «цыганке» их имение Маховицу. В ее строках: «для нас родное гнездо, родное детище, – для них кусок земли для аферы», узнается чеховская коллизия, вероятно, тогда типичное явление, встречавшееся на каждом шагу. Как и в центральных губерниях, на Дону основные продавцы земли – дворяне, а покупщики – крестьяне, но не местные, а пришлые – «тавричане» [17].

Не только люди богатые и влиятельные осваивали правила делового поведения. Подчас у людей простых понимание коммерческой этики было более цивилизованным. Торговый дом С.И. Великанова получил интересное письмо из Товарищества официантов Ростовского-на-Дону коммерческого клуба. Это было сообщение о том, что члены Товарищества вынуждены ликвидировать свое дело вследствие неблагоприятно сложившихся для них условий: «…Мы понесли такие большие убытки, что поставлены в совершенную невозможность удовлетворить претензии наших кредиторов. Еще до рассылки настоящего циркуляра некоторые из наших кредиторов описали принадлежащее Товариществу имущество, ввиду чего мы и считаем себя обязанными предупредить Вас об этом и покорнейше просить присоединиться с своей претензией к описанному имуществу Т-ва, дабы не пропустить установленного на сей предмет законом срока. Других же средств, кроме описанного имущества, на удовлетворение своих кредиторов ТОВАРИЩЕСТВО НЕ ИМЕЕТ» [18, с. 14]. Это объясняет, почему в 1927 г. потомственный буфетчик А. Сергеев с гордостью сообщает, что его отец 40 лет прослужил в г. Ростове-на-Дону официантом в Коммерческом клубе [19, с.505]. Это было почтенное занятие и членство в достойной, не запятнавшей себя артели, поэтому и сын характеризует себя хорошим хозяйственником, честным, трезвым и исполнительным.

Можно ли говорить о том, что город был уже капиталистическим? В целом, да. Но всегда, когда старые порядки могли принести дивиденды, все готовы были их использовать. В 1906 г. возник конфликт в Таганроге между давно уже существовавшей артелью стиваторов-грузчиков и вновь возникшей из части членов первой, которые вышли из нее [20, с.109-110]. Документы дают представление о первой артели как организации скорее капиталистического, чем патриархального, типа. Например, среди членов есть такие, которые внесли вступительный взнос, но лично не

участвуют в работе, однако получают крупные артельные паи. Так как эта артель являлась монополистом в грузовом обслуживании судов, то ее валовой доход за навигацию мог колебаться от 240 до 300 тыс. руб.! У артели был устав, по которому она не имела над собой никакого контролирующего органа, поэтому предписания, с которыми ее старосты были не согласны, отвергались. Те архаические черты, которые давали преимущества, артелью оберегались. Так, например, по традиции член артели считался выбывшим только после решения схода его отпустить; поэтому, чтобы воспрепятствовать образованию конкурирующей организации, артельщики не давали недовольным «бунтарям» согласия на выход, но и не допускали их к работе, оставляя без заработка. Подобная система существовала и в других азово-черноморских портах.

Образование второй артели поддерживал Биржевой комитет, официально – как противовеса беспорядкам и злоупотреблениям в первой артели, но реально для того, чтобы сбить непомерно высокие расценки на шипчандлерские и докерские работы в Таганрогском порту, на которые жаловались и отечественные, и зарубежные перевозчики.

Появляются преступления нового типа. В станицах области работает некое «агентство жуликов». Его члены берут в кредит швейные машинки, веялки, дроги, жнейки и продают их за полцены. От платежей по кредиту уклоняются. Им покровительствуют станичные атаманы, которые выдают им справки из станичного управления, необходимые для оформления сделки.

Не только в городах, но и в небольших населенных пунктах учреждаются общества потребителей и взаимного кредита. Как правило, это территории, непосредственно примыкавшие к промышленным и торговым центрам. Пайщиками были крестьяне, мещане, духовные лица, мелкие чиновники. Получение небольшого, но устойчивого дохода от свободных средств совсем не противоречит их мировоззрению.

Иные настроения замечены в среде рядового казачества. Не только они, но и администрация Войска озабочены состоянием общевойскового капитала и общим падением экономического благосостояния донцов. Выход из создавшегося положения видится как в обособлении, так и в приобщении к льготам, дарованным другим слоям, например, крестьянам, в покупке земли с помощью Крестьянского банка. В первом случае оно находится в ожидании помощи от государства, во втором – надеется на собственный культурный рост. Если призывы к развитию слышатся в основном из уст войсковой интеллигенции, то охранительные и патерналистские ожидания – черта широких слоев простых казаков. Мало того, что это типично для архаичных социумов, переживающих этап кризиса, сами власти всегда поддерживали в казаках эти настроения. Так, в проект инструкции об обязанностях станичного схода рукой А.М. Грекова, с 1903 г. старшего помощника войскового наказного атамана по гражданской части, внесены пометки. Следует запретить «дележ общественной земли (т.е. юртовой, находившейся в собственности Войска. – **О.М.**) на паи или участки: нельзя же смотреть равнодушно, как люди глупят и сами себя губят»; разделы внутри станичного имущества разрешить, но выделы как «самый сильный яд казачьего благосостояния» строго запретить [21, с.1].

Когда в 1909 г. на Войсковом совещательном собрании обсуждался вопрос об образовании новых станиц в задонских степях и наделении землей их жителей, то представители старых правобережных станиц явно высказывали свои соображения об идеальном устройстве станичного быта: рекомендовали запретить сдачу излишней юртовой земли в аренду с торгов, считая, что это будет иметь вредные последствия. Депутат А.А. Назаров сформулировал свою позицию предельно откровенно: арендные торги выгодны только богатым и служат образованию класса эксплуататоров. Излишняя земля должна сдаваться обществом в аренду только своим и тем из них, кто лично занимается земледелием. Уравнительные настроения, - прижать богатых, высказывались многими депутатами.

Конфликты между крупными арендаторами и станичными низами были распространенным явлением. Один из них проходил осенью 1909 г. в станице Новониколаевской Таганрогского округа [21, с. 340-343]. Писарь мирового суда А.А. Бастырев в очередной раз участвовал в торгах на отдачу в аренду свободной станичной земли. Их как всегда он выиграл, взял 111 дес. за 1989 руб., которые и уплатил в станичную казну. Но станичный сход вскоре вынес решение о выселении его как «вредоносного» элемента. Бастырев оправдывается: «Но ни воровством, ни грабе-

жом, ни мошенничеством и кулачеством, ни фабрикацией векселей и подлогами, ни притонодержательством и укрывательством злодеев я не занимался и в сих искусствах не обвинялся. […] А преуспел я в улучшении своего материального благосостояния личным трудом рук своих и разума, предприимчивостью и энергией достиг того благополучия, которое мозолит глаза беспокойно праздных людей. Пожиная, я и пожинаю именно то, что сею, так как занимаюсь на широких и культурных началах земледелием. Продолжаю же службу у мирового судьи, ибо не привык к безделью». Но очевидно, что писарь сам землю не пашет, что он и признает в письме: «Брать в аренду станичные и казачьи паи за плату и передавать их другим лицам, хотя бы даже за повышенную цену*(sic)*, составляет акт добровольного соглашения обеих сторон и, представляя один из видов коммерческого предприятия, не заключает в себе ни нравственного, ни юридического преступления». Но он просит не заблуждаться в отношении мотивов действий его врагов: обвинения возникли из-за досады на него как на «серьезного конкурента в коммерческих предприятиях».

Бастырев – не казак, но среди арендаторов и заводчиков было много и казаков. На землях Юга страны соседствовали между собой уклады хозяйственной жизни – архаичный и современный. Они были разграничены не территориально, например, как городской и сельский, и не сословно, как мещанский, дворянский или казачий. Это было две модели поведения, и по приверженности им население делилось на три категории.

Группа людей, органично чувствовавших себя в условиях свободного рынка рабочей силы и деловой инициативы. Среди них были и дельцы, и их наемные рабочие и служащие, а также люди свободных профессий. Отношения с властью у них были достаточно специфическими. Они ее использовали в своих целях, даже в случаях коррупции, они *не подкупали* чиновников, а *откупались* от них. Авторитет власти, сдерживающей развитие сектора экономики, дававшего им средства к существованию, был в их глазах не очень высок. Численно эта группа людей не была большой, хотя в источниках того периода в качестве фигурантов она лидирует, что естественно в связи с активной ролью в жизни страны.

Наиболее заинтересованными в консервации прежних отношений общественной субординации и собственности оказались казачьи низы. В большой степени это носило субъективно-психологический характер. Чем больше идеологи вздыхали о золотых днях казачества и об его оскудении в последнее время, тем более они разворачивали казаков в прошлое, заставляли сожалеть о том, чего в действительности никогда не было. Все усилия по консервации привилегий казачества были безрезультатны, лишь усиливали раздражение против властей и взаимную неприязнь между казаками и иногородними. Последние чувствовали себя обойденными, ведь многое им было запрещено на войсковых землях. Хотя архивные данные свидетельствуют, что в 1900-е годы пришлым на Дону сопутствовал экономический успех: они чаще казаков покупали земли, поступавшие в продажу, и на работу их брали охотнее. Бедные казаки это наблюдали и искали опору в прошлом.

Третий тип поведения вполне может быть назван смешанным. Человек мог руководствоваться в разных ситуациях противоположными моделями поведения и мышления. Это был вариант приспособления к переходному состоянию общества.

Заключение. Многоукладность экономики – явление естественное, но в России рубежа веков она усугублялась государственной политикой. Самодержавие стремилось использовать потенциал промышленного и аграрного капитализма для укрепления прежде всего внешнеполитических позиций. Внутри страны центральная власть выступала как главная консервативная сила. Поддержка взаимоисключающих экономических моделей вызывала в обществе формационное напряжение. Между слоями – приверженцами разных типов хозяйствования – усиливалось непонимание. Такое многолетнее испытание «на растяжение» спровоцировало социальный раскол и непримиримость наступивших вскоре революционных бурь.

Библиографический список

1. Козлов А.И. Казачья окраина России / А.И. Козлов. – Ростов н/Д., 1992.
2. Государственный архив Ростовской области (далее – ГА РО). Ф. 162. Оп. 1. Д. 60.
3. Рындзюнский П.Г. Утверждение капитализма в России / П.Г. Рындзюнский. – М., 1978.
4. Энгельгардт А.Н. Из деревни. 12 писем. 1872-1887 / А.Н. Энгельгардт. – М., 1956.
5. Врангель Н.Е. Воспоминания: От крепостного права до большевиков / Н.Е. Врангель / Вступ. статья, коммент. и подгот. текста Аллы Зейде. – М., 2003.
6. ГА РО. Ф. 243. Оп. 1. Д. 35.
7. ГА РО. Ф. 243. Оп. 1. Д. 34.
8. ГА РО. Ф. 167. Оп. 1. Д. 26.
9. ГА РО. Ф. 162. Оп. 1. Д. 62.
10. ГА РО. Ф. 162. Оп. 1. Д. 33.
11. ГА РО. Ф. 200. Оп. 1. Д. 21.
12. ГА РО. Ф. 167. Оп. 1. Д. 22.
13. ГА РО. Ф. 213. Оп. 1. Д. 682.
14. ГА РО. Ф. 107. Оп. 1. Д. 14.
15. ГА РО. Ф. 107. Оп. 1. Д. 31.
16. ГА РО. Ф. 107. Оп. 1. Д. 11.
17. ГА РО. Ф. 107. Оп. 1. Д. 48. Л. 31 об.
18. ГА РО. Ф. 211. Оп. 1. Д. 4.
19. Центр документации новейшей истории Ростовской области. Ф. 912. Оп. 1. Д. 4.
20. ГА РО. Ф. 55. Оп. 1. Д. 601.
21. ГА РО. Ф. 162. Оп. 1. Д. 13.

Материал поступил в редакцию 12.10.09.

O.M. MOROZOVA

ECONOMIC BEHAVIOUR PATTERNS IN TERMS OF MIXED ECONOMY IN POST-REFORM PERIOD (BASED ON THE DON DOCUMENTS)

Family records of several Cossack families demonstrate that market economic thinking was typical for Cossacks even in the pre-reform period. Thinking, behavior, moral and ethical arrangement of life among Don landowners of all categories were not only close to the traditional Russian serfdom type, but also show that they were well informed about market economy. The author tries to prove that their observance of old fashioned traditions in currency and production can be explained not by their devotion to the customs, but by the profit it could bring to Cossacks in particular situations.
Keywords: economic behaviour, economic practice, post-reform period, mixed economy, Cossacks and the nonresident population.

МОРОЗОВА Ольга Михайловна, кандидат исторических наук (1988), доцент (2008) кафедры «Связи с общественностью» ДГТУ. Окончила Исторический факультет РГУ (1982).
Область научных интересов: история Гражданской войны, история повседневности, источниковедение документов личного происхождения, история культуры и религии.
Автор 62 научных работ.

olgafrost@gmail.com
leonolga@ctsnet.ru

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 005.342

В.М. ЗУЕВ, Н.П. ГРАЧЕВА, С.А. КЛЮЧНИКОВА

МОДЕРНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ – БАЗОВЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПРОМЫШЛЕННО-ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ

Предложены меры по противодействию деиндустриализации, созданию условий разрушающего роста, приводящих к глобальному кризису.

Ключевые слова: *объекты, предметы и формы модернизации, избыточные факторы, аграрные территории, продовольственная безопасность, техника и системы организации труда, производство и реализация продукции, уровень развития человеческого потенциала.*

Введение. Во второй половине прошлого столетия наша страна, обладая огромным природным и человеческим потенциалом, не смогла выйти на должный уровень развития [1]. В настоящее время для оперативного решения наиважнейших проблем модернизации базовых составляющих всей экономики необходимо определиться с целями, задачами, объектами и предметами [2-5]. Важно при этом обосновать правильность выбора для управления всеми процессами тех или иных направлений экономической теории, теорем-аксиом, естественных законов в качестве инструментов развития и регулирования рыночных отношений, выступающих в роли «невидимой руки» (А. Смит). Не менее важным будет многовариантное оптимальное обоснование систем менеджмента и маркетинга, объёмов необходимых финансовых, трудовых и материальных ресурсов, равно как и источников их покрытия по отраслям, регионам и стране в целом.

Техническое, технологическое, организационное отставание ряда отраслей промышленности не позволяет создать более эффективную экономику, иметь общественно необходимый уровень использования всех имеющихся избыточных факторов, сдерживать инфляцию на минимальном уровне. Кроме того, это сдерживает укрепление национальной валюты, увеличение налоговой базы, рост ВВП, а значит и повышение благосостояния всего народа!

Износ основного капитала в ряде отраслей промышленности, сельского, лесного, водного хозяйств, транспорта находится на критическом пределе. Речь идёт о том, что на большинстве предприятий ТЕХНИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ (два Великих начала, по А.В. Чаянову) по своим технико-экономическим и экологическим показателям не отвечают общественно необходимому уровню. По этой причине за период преобразований произошли обвальные банкротства около 200 тысяч предприятий. Но, заменить изношенное физически и морально оборудование отечественным не представляется возможным. Его нет. Это ведет к увеличению импорта далеко не эксклюзивных моделей, а большей частью бывших в употреблении, которые после ускоренной амортизации поступили на вторичный рынок подержанной техники. Этим самым наша страна кредитует (инвестирует) развитие мировых стран-лидеров.

Современные высокотехнологичные модели в выпуске отечественного машиностроения составляют лишь 2,6 процента, в том числе две макротехнологии, вместо порогового значения этого показателя 6 процентов, как минимум. Возможно, это связано с недостатками в области конструирования, подготовки производства в части её технического и организационного обеспе-

чения, изготовления в массовом производстве, а также с нерешенными проблемами в металлургическом производстве. В этой области имеются научные наработки, позволяющие повысить прочность сталей на 10%. Но, машиностроители не имеют достаточно прочных сталей и чугунов. В литейном производстве преобладает выпуск слябов - сырья для экспорта [5, 6]. Как отметил по этому вопросу бывший премьер-министр Правительства Российской Федерации М.Е.Фрадков: «На этой петельке висит всё остальное. Это правильно, базовая промышленность. У нас тут, как говорят, ещё не повалялся конь».

Поэтому в настоящее время в нашей стране в большинстве отраслей имеются противоречия между общественно необходимым и фактическим уровнем качества, конкурентоспособности, технико-экономическими показателями применяемой техники и организации, наличием инновационных макротехнологий. Поэтому сегодня нам нужно решать, не как догнать и перегнать страны-лидеры, а надо подумать, что делать, чтобы в процессе глобализации мировой экономики не дать оттеснить страну на позиции крайнего в глобальной деревне при наличии в достаточном количестве природных богатств [6-8].

Речь идет об организации оперативной, целенаправленной, масштабной реализации общенациональных проектов развития: «Образование», «Здравоохранение», «Доступное жилье», «Развитие АПК» [2], в формате которых и осуществить модернизацию и технологическое совершенствование всего народного хозяйства страны. В этих проектах взаимосвязаны все отрасли и сферы народного хозяйства, в том числе предусмотрено эффективное развитие отечественной металлургии, промышленности, энергетики, строительства, транспорта и т.д. и т.п. Это позволит обеспечить активизацию инновационных предложений науки, рационализаторов и изобретателей [7].

Реализация этих проектов корреспондируется и с целями развития глобальной экономики, классифицируемой показателем оценки социально-экономического развития стран – индексом развития человеческого потенциала (ИРЧП), введенным Организацией Объединенных Наций в 1990 году: доступное и качественное образование, здравоохранение и производство ВВП на душу населения. Какое приятное социально-экономическое трехзвучание! Этот показатель может быть использован для оценки результатов проводимых преобразований в формате общенациональных проектов по регионам, модернизации и технологического развития, деятельности органов управления всех уровней [7, 9]. Чтобы быть уверенным в высоком качестве и доступности образования и здравоохранения в стране, регионе, необходимо иметь среднюю продолжительность жизни населения 85 лет и производить ВВП на душу населения 40 тысяч долларов США при фактических показателях за 2008 год соответственно 64 года и 13,9 тысяч долларов [10].

Объекты и предметы, подлежащие модернизации. Рассмотрим объекты и предметы, подлежащие модернизации и технологическому развитию. Их имеется достаточно большой перечень из-за наличия в стране огромного количества избыточных факторов, рассредоточенных на огромнейшей территории, и достаточно противоречивого их эффективного использования. Конкретными ОБЪЕКТАМИ этих воздействий являются и должны быть все социальные сферы (воспитание, образование и здравоохранение) и отрасли материального производства (добывающие, перерабатывающие, обрабатывающие, энергетическая, строительная, транспортная, агропромышленная, минерало-промышленная, лесо- и водохозяйственные и прочие, предприятия), а также регионы и народное хозяйство в целом.

Причины, препятствующие модернизации и технологическому развитию инновационного развития – старение основного капитала на многих предприятиях и отраслях гражданского назначения), а также «ресурсные проклятия»: катастрофы на шахтах, воздушных и морских судах, атомных станциях, пожары и прочие организационные (человеческие) и технические факторы, уносящие жизни людей и разрушающие основной капитал. При этом наиболее уязвимыми оказываются динамичные и очень чувствительные к достижениям научно-технического прогресса (НТП) два Великих начала [11]: техника и организация, которые должны и могут быть ПРЕДМЕТАМИ модернизации и технологического развития повсеместно. Используя теоретические знания всего мирового святилища в части регулирования и развития рыночной экономики, полувековой исторический опыт использования их в динамике НТП, общество может и должно более активно влиять с помощью модернизации, постоянного развития технологий, организации труда и производства продукции на совершенствование этих двух Великих начал [11].

Качественное и конкурентоспособное использование технико-экономических показателей (производительность, удельные затраты ресурсов и др.) зависит от соответствующего уровня развития человеческого потенциала. Постоянное, динамичное его развитие с соблюдением естественных законов развития общества способствует обоснованному, рациональному взаимодействию человека и природы. Такое отношение обеспечивает эффективное (желательно одновременно и повсеместно, чтобы не допустить создания благоприятных условий для развития деиндустриализации, «ресурсного проклятия» и разрушающего роста) использование всех природных, интеллектуально-трудовых, геополитических избыточных факторов.

Решение вопросов АПК – действенный шаг к развитию социально-экономического потенциала страны. Для достижения более быстрого результата необходимо выбрать самый слабый и очень распространённый продукт отечественной промышленности в экономике и сделать действенный шаг к повышению его технико-экономических показателей до общественно необходимого уровня. Этим шагом (после самолёто,- и судостроения, атомного машиностроения) могло бы быть для металлургов, машиностроителей, конструкторов, технологов – создание конкурентоспособной автотракторной техники и рабочих машин с более эффективными рабочими органами, без которой не обходится ни одно предприятие, ни одна отрасль. Технико-экономические, экологические показатели выпускаемых в настоящее время моделей, систем машин, включающих эту технику в различных модификациях, все еще не соответствуют общественно необходимому уровню, который определен мировым рынком. Их содержание в работоспособном состоянии за период эксплуатации превышает мировой уровень в три раза, а удельные затраты энергоносителей выше на 18-20 процентов [7]. Это существенно сказывается на затратах, себестоимости производимой продукции, а значит на сдерживании повышения ценовой конкурентоспособности экономики в целом. Эти затраты выше общественно необходимых, то есть они не возвращаются производителю, и производство становится убыточным, что и ведет к банкротству многих предприятий.

Проведение и постоянное развитие рациональной и целенаправленной модернизации и инновационных технологий всех и в первую очередь социальных сфер (воспитания, образования и здравоохранения) и всех отраслей материального производства необходимо начать с проведения региональной специализации с учетом превалирующих в каждом регионе тех или иных избыточных факторов (теория Хекшера – Олина). Например, в Южном и Приволжском федеральных округах имеется более трети пашни страны. Согласно теориям физиократов А.В.Чаянова, Н.Д.Кондратьева [7, 11], такими факторами в этих округах являются почвенно-климатические. Это позволяет, используя эти теории, модернизировать и развивать высокотехнологичный агропромышленный комплекс, включающий промышленность и строительство (1-я сфера) и работающий в составе вертикально-интегрированной структуры с сельским и лесным хозяйством (2-я сфера) и с заготовкой, переработкой и реализацией продукции (3-я сфера). В формате вертикально-интегрированной структуры создаются сельскохозяйственные производственные кооперативы и их кредитные формы. Кроме того, естественно, для масштабного развития АПК необходимо также развивать минералопромышленный, лесохозяйственный, транспортно-промышленный, водохозяйственный, строительный, энергетический, рекреационный комплексы и туриндустрию. Следует отметить и признать, что практика последних лет: принятие на уровне субъекта или даже округа различных программ развития АПК – из-за огромного объёма проблем, требующих согласованных решений одновременно и постоянно, оказалась малопродуктивной. Импорт продовольствия в страну достиг 48 процентов против порогового значения продовольственной безопасности 25 процентов. При наличии в стране 50 процентов мировых чернозёмов такой уровень импорта – яркое доказательство недостаточной реализации аграрной политики. Речь идёт об объединенной интеграции финансовых, интеллектуальных, производственных ресурсов и факторов производства субъектов Юга страны в этом комплексе.

Примером создания экономических «подушек безопасности», способных эффективно противостоять кризисным ситуациям, а также воспринимать, постоянно и своевременно реагировать на сигналы мирового рынка через постоянную модернизацию и технологическое развитие, может быть инвестиционный проект «Урал промышленный – Урал полярный». Этот проект реализуется на базе полезных ископаемых, избыточных факторах древнего Уральского региона (Сумин П.И., Семенов Н. Нетучный год // «Российская газета» 2.06.2009). Но производителям металла, оборудования необходим емкий, постоянный, прежде всего внутренний рынок сбыта. Его необходимо создавать через организацию повсеместно соответствующих экономических «подушек безопасности» на базе имеющихся в регионах избыточных факторов. На внутреннем рынке и раскрываются достоинства двух Великих начал и подтверждается путёвка их на мировой рынок.

Исходя из основополагающих положений теории развития, будет целесообразным создание аналогичной экономической «подушки безопасности» потребителей машиностроительной продукции в формате инновационно-инвестиционного проекта «Юг агропромышленный - Юг рекреационный». *Цель этого проекта – повышение продовольственной безопасности страны и эффективное развитие рыночной экономики*. В его создании и эффективной организации работы в рамках вертикально интегрированной структуры агропромышленного комплекса могли бы участвовать все субъекты, хозяйства, предприятия Южного, Поволжского федеральных округов и южные области Центрального (бывшая Центрально-Чернозёмная зона). Этот регион занимает более 6 процентов территории страны, имеет около 40 процентов сельскохозяйственных угодий и 43 процента пашни РФ. Здесь проживает 28 процентов населения, в том числе 37 процентов сельского. Сельскохозяйственными предприятиями региона ежегодно производится зерновых до 78 процентов, сахарной свеклы – до 86 процентов, семян подсолнечника – до 96 процентов, более трети всего производства в стране молока и мяса. Здесь достаточно развит плодовоовощной подкомплекс. Следует отметить, что приведенные показатели не отражают реальные возможности региона в решении продовольственной безопасности страны, так как они соответствуют сложившейся или ещё сохранившейся в использовании недостаточно эффективной техники и организации, которые не позволяют более эффективно использовать российские чернозёмы. Здесь добывается до 45 процентов железной руды, до 20 процентов нефти, выплавляется до 15-20 процентов чугуна и стали. Машиностроительные предприятия региона производят более 70 процентов зерноуборочных комбайнов, 45 процентов тракторов и тракторных сеялок, до 20 процентов грузовых автомобилей и другой сельскохозяйственной техники для полей и ферм. Но их технико-экономические показатели явно не соответствуют общественно необходимому уровню, что отражается на сельскохозяйственном производстве в стране. Речь идёт о создании в рамках АПК вертикально интегрированных структур по производству конечных продуктов зернового, плодоовощного, мясного, молочного и других подкомлексов.

Исходя из этого для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи. Так, необходимо сократить удельный расход энергоносителей до 155-160 г/на л.с.-час. Речь идёт о создании более эффективного двигателя для энергомашин, используемых во всех отраслях. Затраты на содержание состава машин в рабочем состоянии за весь срок эксплуатации сократить в три раза и достичь 5,5 – 6 процентов от первоначальной балансовой стоимости. Вместо дискового сошника тракторных зерновых сеялок сконструировать сошник, который позволит создать плотное и ровное ложе для семян. Это позволит сократить нормы высева зерновых в 2 – 3 раза и повысить их урожайность в 3 – 3,5 раза. Большая проблема существует с реализацией строительных проектов и механизацией трудоёмких процессов. Их экономичность, экологичность оставляют желать лучшего.

Не менее важным для достижения поставленных целей является решение проблем по созданию более высокопродуктивных сортов, пород и кроссов сельскохозяйственных культур, животных и птицы. Так, необходимо иметь сорта озимой пшеницы с урожайностью до 90 ц/га (при генетической возможности этого вида до 180 ц/га), яровых её форм – до 55 ц/га, озимого тритикали на фураж – до 100 ц/га, ячменя – до 70 ц/га, кукурузы на зерно – до 130 ц /га (при генетической возможности этого вида до 230 ц/га, риса – до 90 ц/га, многолетних трав на семена – до 4 ц/га и зелёной массы – до 470 ц /га и так далее по всей необходимой номенклатуре.

При этом продуктивность животных и птицы необходимо довести через создание высокопродуктивных пород, линий, кроссов, например, молочного стада крупного рогатого скота до 6 – 6,5 тысяч килограмм за период лактации. Суточный прирост в мясном скотоводстве и свиноводстве должен быть не ниже 1000 грамм, а в бройлерном птицеводстве – 50 грамм. Необходимо в молочном скотоводстве удельные затраты труда сократить в 13,6 раза, корма – в 1,5 раза и повысить продуктивность в 3 раза; в мясном скотоводстве соответственно сократить удельные затраты труда в 18,5 раза, корма – в 1,61 раза и повысить продуктивность в 7 – 8 раз; в свиноводстве соответственно сократить удельные затраты в 12 и 3 – 4 раза и увеличить продуктивность в 14 – 15 раз; в бройлерном птицеводстве удельные затраты труда сократить в 7 раз, корма – в 1,1 – 1,6 раза и увеличить продуктивность в 12 раз. Такую продуктивность должны обеспечить для всех видов домашних животных надлежащее ветеринарное обслуживание, техника, технология и организация производства.

Для перерабатывающей и пищевой промышленности необходимо создавать и постоянно модернизировать машины и оборудование, внедрять прогрессивные технологии. Для этого в рамках вертикально-интегрированных структур производства конечных продуктов создаются кредит-

ные, производственные сельскохозяйственные кооперативы, рынки сбыта, целевые венчурные, инвестиционные, инновационные фонды, возможно, на условиях государственно-частного партнерства. АПК – один из источников накопления капитала, что было доказано в 1954 – 1958 гг.

Важнейшими составляющими второй части проекта «Юг агропромышленный – Юг рекреационный» является обеспечение модернизации и развития рекреационного комплекса региона. Речь идет о формировании условий его достаточной конкурентоспособности на внутреннем и по отдельным направлениям на мировом рынке. Это лечебный, оздоровительный, спортивный и экологический туризм. Для этого в регионе имеются морские и речные побережья, горные и степные ландшафты, бальнеологическая база.

Аналогично может быть сформирована региональная структура экономики с учетом имеющихся избыточных факторов по всем регионам страны. Это позволит с учетом национальных и региональных особенностей определить, обосновать и реализовать методологию, формы и модели качественного, доступного воспитания, образования и здравоохранения, чтобы готовить специалистов с глубокими теоретическими знаниями. Без этого, как показали результаты почти 20-летних постсоциалистических преобразований, решить проблемные вопросы модернизации и технологического перевооружения экономики не представляется возможным.

Задачи образования и здравоохранения. Принятая в последние десятилетия система подготовки «универсальных» специалистов для всех отраслей и регионов по единым стандартам, часто далеким от глубокого изучения теории, в рыночных условиях явно себя не оправдала и контрпродуктивна. Это привело к разрушающему росту системы образования в стране. Так, по заявлению министра образования и науки А.А.Фурсенко: « Сегодня главная проблема ЕГЭ в том, что система образования длительное время методично разрушалась и в итоге была почти полностью разрушена».

Необходимо преодоление естественного насилия в образовании как со стороны преподавателей – учителей, так со стороны обучающихся. Возможно, в этом плане будет целесообразным подготовить и принять Священную хартию – кодекс преподавательско-ученического (студенческого) партнёрства для всех форм и периодов воспитания и образования. Возможно, это позволит обеспечить развитие человеческого потенциала и всех трёх его составляющих до общественно необходимого уровня, равно как и более эффективно использовать все имеющиеся богатейшие избыточные факторы регионов и страны в целом.

Из-за недостаточной реализации инновационных технологий в отечественном образовании и здравоохранении в нашей стране, по сравнению со странами-лидерами и партнерами на мировых и внутреннем рынках, индекс развития человеческого потенциала не соответствует общественно необходимому уровню. По этому показателю страна занимает лишь 65-е место в мире (2005 г), в 2007 году – 69-е место. Так, создавшееся положение с обеспечением в стране лекарствами льготников – явное следствие того, что инноваций при производстве медтехники и фармацевтики явно недостаточно. При 70 %-ном импорте лекарств и резком увеличении их спроса, естественно, произошёл рост цен. В этой сфере наша страна кредитует другие страны. Аналогичное положение с ростом цен на продовольственные товары при достигнутых 48 процентах импорта от потребления. Превышение в 2008 году показателя смертности над рождаемостью на 3,8 на 1000 населения при отсутствии эпидемий тоже говорит об отсутствии общественно необходимых инноваций в здравоохранении в целом. Отсутствуют комплексные исследования и нет методик комплексного лечения болезней. Очень большая увлеченность хирургическим вмешательством. Лечение зачастую ограничивается просто наблюдением врача. Необходима программа развития здравоохранения по всем регионам.

Заключение. Для решения возникших проблем и снятия множества накопившихся противоречий в развитии общества необходимо прежде всего отказаться от политики ожидания как питательной среды управляемого хаоса, предвестника цветных революций [4, 5]. Успешно завершить экономическую политику, эффективно используя имеющиеся теории развития рыночной экономики, учитывая наиважнейшее значение действенной активной инновационно-промышленной политики в реализации общенациональных проектов, которые должны быть консолидирующей идеей развития Отчизны на многие годы. При этом важно отметить также взаимообусловленность их с мировой экономикой. Поэтому следует обратить внимание на повышение до общественно необходимого уровня подготовки и переподготовки преподавателей, врачей, конструкторов, технологов,

проектировщиков в соответствующих учебных центрах, создав необходимую материально-техническую базу общественно необходимого уровня во всех учебных, лечебных, конструкторских и проектных организациях. Для развития НИиОКР до требуемого уровня и его результативности будет полезным продолжить повышение моральной и материальной заинтересованности этих категорий работников переходом на минимально необходимый потребительский бюджет, расширив разделы потребительской корзины. Речь идет о компенсациях затрат на переподготовку, научные поиски, риски, приобретение литературы, патентов, программного обеспечения, оргтехники, на участие в международных встречах.

Это требует дальнейшего развития экономики в соответствии с теориями физиократии, фритредерства, кейнсианства, монетаризма, двух Великих начал А.В. Чаянова [11] и других экономических инструментов, широко используемых во всех странах-лидерах мировой экономики. В настоящее время для проведения постсоциалистических преобразований в формате общенациональных проектов развития экономики постоянно, наступательно на долгие годы необходимо высшим, региональным и местным органам власти, бизнес-сообществу, научной общественности вести активную, динамично развивающуюся промышленно-инновационную политику с учетом обязательного эффективного использования всех имеющихся избыточных факторов регионов и страны в целом.

Намечаемые планы по модернизации, коренному совершенствованию техники, технологии и организации должны в обязательном порядке проходить экспертную проверку на предмет недопущения возникновения кризисных ситуаций. Необходимо развитие инновационных технологий, их постоянная модернизация, технологическое развитие, обеспечение финансированием за счёт инвестиций в объёме 25 процентов. Объёмы этих мероприятий постоянно наращивать до достижения и поддержания развития человеческого потенциала на общественно необходимом уровне. Решение этих проблем становится общенациональной задачей и касается всех и каждого. Небезучастными должны быть к этому все академии наук и их профильные институты; учебные и лечебные заведения, предприятия, объединения, фирмы, все отраслевые органы управления, политические и неполитические структуры с учетом единых целей и задач их реализации. У многих возникнет вопрос: а для чего это надо? Для развития страны, сохранения нации.

Библиографический список

1. Зуев В.М. Упущенные возможности реализации основных положений экономической теории / В.М. Зуев, Е.В. Зуева, А.П. Петров. – Ростов н/Д: ООО «Вуд», 2008.

2. Общенациональные проекты. – М.: Единая Россия, 2005.

3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации. – М.: Минэкономразвития, август 2008.

4. Солженицын А.И. Размышления над февральской революцией / А.И. Солженицын // Российская газета. 27 февраля 2007.

5. Солженицын А.И. Как нам обустроить Россию / А.И. Солженицын // Комсомольская правда. 18 сентября 1990.

6. Колодко Г.В. Глобализация и перспективы развития постсоциалистических стран / Г.В. Колодко. – Минск: ЕГУ, 2002.

7. Зуев В.М. Концепция повышения индекса развития человеческого потенциала в условиях перехода к рыночным отношениям / В.М. Зуев, М.Ю. Зуев, Н.А. Лазарев и др. – Ростов н/Д: РостиздаТ, 2006. – 188с .

8. Архипов А.Ю. Вызовы и перспективы экономической модернизации России в условиях глобализации / А.Ю. Архипов // Россия в глобализирующейся мировой экономике: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д,18-20 мая 2006 г.; - Ростов н/Д: ИРУ, 2006. – С. 172-178.

9. Линдерт П.Х. Экономика мирохозяйственных связей / П.Х. Линдерт. – М.: Экономика, 1992. – С. 95-96, 500-501.

10. Пугель Т.А. Международная экономика / Т.А. Пугель, П.Х. Линдерт. – М.: Дело и Сервис, 2003.

11. Чаянов А.В. Избранные труды / А.В. Чаянов. – М.: Колос, 1993.

Материал поступил в редакцию 17.06.10.

V.M. ZUEV, N.P. GRACHEVA, S.A. KLYUCHNIKOVA

MODERNIZATION AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT - BASE COMPONENTS OF THE INDUSTRIAL INNOVATIVE POLICY

In the light of the propositions on the modernization and technological development of the national economy made by President D.A. Medvedev, the directions of constant and urgent necessity of carrying out this work taking into account the branches providing accumulation and replenishment of the capital are proved. On this basis measures on counteraction to de-industrialization, the creation of destroying growth conditions leading to the global crisis are offered. The question is about complex realization of four national projects of the Strategy - 2020, of anti-recessionary programs, creation of the economic "safety pillows" in the projects "The Urals Industrial – The Urals Polar", "The South Industrial - The South Recreational".
Keywords: objects, subjects and forms of Modernization, Superfluous Factors, Agrarian Territories, Food Safety, Technics and Systems of the labour Organisation, Manufacture and Products Realization, Human Potential Level of Development.

ЗУЕВ Владимир Михайлович (р. 1937), доктор экономических наук (1995). Окончил Эстонскую сельскохозяйственную академию по специальности инженер-механик сельскохозяйственного производства (1960).
Область научных интересов: экономическая теория, экономика АПК, мировая экономика и национальная экономика.
Имеет 174 научные работы.

ГРАЧЕВА Наталья Петровна, эксперт ЮниКредит Банка. Окончила Ростовскую государственную экономическую академию (1999).
Область научных интересов: экономическая теория, экономика агропромышленного комплекса, теория развития денежно-кредитной системы.
Имеет 3 научные работы.

nataliya120977@mail.ru

КЛЮЧНИКОВА Светлана Александровна, преподаватель Ростовского финансово-экономического колледжа. Окончила Ростовский социально-экономический институт по специальности магистр экономики (2009).
Область научных интересов: экономическая теория, информационные технологии, экономика промышленных предприятий.
Имеет 2 научные работы.

УДК 334:316.42(470)

С.А. БЕЙГУЛЕНКО

ГЕНЕЗИС ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ СФЕРЕ РОССИИ

Статья содержит характеристику основных форм экономических отношений социокультурной сферы, которые сформировались в советский, постсоветский период и развиваются в современной экономике России. Знание методологии формирования и развития экономических отношений в социокультурной сфере невозможно без знания генезиса этих отношений.

Ключевые слова: *социокультурная сфера, хозрасчетные отношения, некоммерческий сектор, квазирыночные формы хозяйствования, коммерциализация социокультурной сферы, автономные учреждения.*

Введение. В современном глобализирующемся и кризисном мире от степени развития отраслей социокультурной сферы, их эффективности зависит качество жизни населения, степень цивилизованности и развития общества, репутация и рейтинг страны. В связи с этим необходимо проследить генезис экономических отношений в социокультурной сфере и степень интеграции этих отношений в экономическую систему России.

Социокультурная сфера представляет собой обобщённый, суммарный результат состояния многих социальных и культурных компонентов, формирующих «человеческий капитал». Говоря о «человеческом капитале», мы опираемся на определение Ф. Фукуяма и «имеем в виду широкое толкование этого термина: состояние здоровья населения, уровень его знаний, умений и культуры, а также социальный капитал, включающий систему привитых воспитанием ценностей, ориентирующих людей на взаимное доверие и конструктивное сотрудничество и основанные на этом сети сложившихся общественных связей» [1 ,с.129-130].

Государство в России традиционно являлось основным заказчиком социально-культурных услуг. Большая часть этих услуг производится и сейчас организациями государственной и муниципальной собственности. По нашему мнению, предпосылки становления рыночных (экономических) отношений в социокультурной сфере возникли в условиях административно-командной системы хозяйствования в рамках партийно-государственных структур. Зарождение предпринимательской инициативы (по крайней мере, до 1987 г.) не могло носить альтернативного характера, поскольку не подкреплялось в должной мере глубинными процессами в экономике. Теория хозяйственного механизма стала основой социально-экономической трансформации. Корни её восходят к экономической реформе 1965г., знаменовавшей собой наиболее масштабную доперестроечную попытку совершенствовать коренным образом социалистическую систему хозяйствования, приспособить её к современным условиям научно-технической революции. В конце 60-х гг. хозрасчётные отношения зародились и в социокультурной сфере, которая была представлена только государственными учреждениями и организациями. Становление хозрасчёта в этой сфере также обусловливалось её кризисным состоянием. Кроме этого, на протяжении многих лет (практически весь период существования СССР) наблюдалось недостаточное внимание к развитию сферы услуг, т.е. финансирование осуществлялось по пресловутому «остаточному принципу». Развитие хозрасчётных отношений в социокультурной сфере (таблица) способствовало улучшению хозяйственной деятельности государственных учреждений и организаций.

Временные периоды становления предпосылок экономических отношений
в основных отраслях социокультурной сферы

Учреждения и организации социокультурной сферы	Период зарождения хозрасчётных отношений (гг.)
Театрально-зрелищные	1968
Цирковые	1972
Здравоохранение	1975
Спортивно-зрелищные	1997
Все другие учреждения	1980

В целом следует отметить, что хозрасчёт в социальной сфере исторически и логически развивался в том же направлении, что и в сфере материального производства. При этом каждая из отраслей социокультурной сферы имела специфические особенности ведения хозрасчётных отношений. Например, учреждения культуры имели большую возможность пользоваться банковским кредитом, хозрасчётные отношения в спорте велись на базе крупных производственных комплексов. Таким образом, в социокультурной сфере:

- хозрасчетные отношения осуществлялись в условиях неполной самоокупаемости в большинстве учреждений, организаций;
- имелись большие межотраслевые различия в условиях хозяйствования;
- хозрасчётные отношения осуществлялись в условиях, когда стоимостные отношения внутренне были неприсущи хозяйственному подразделению, хотя оно включалось в орбиту товарно-денежных отношений;
- ограничивались рамки оказаний платных услуг.

Кроме хозрасчетных отношений с 1981 г. государственными учреждениями помимо ассигнований, выделяемых из средств государственного бюджета на основании Постановления Совета Министров СССР от 26.06.1980г. №527, разрешалось использование внебюджетных средств, расходуемых строго по целевому назначению. Данное постановление действует и поныне [2]. Наибольшую роль в развитии экономических отношений в социокультурной сфере сыграли «срецсредства» - доходы бюджетных организаций, получаемые от реализации продукции, выполнения работ, оказания услуг или оказания иной деятельности. Право иметь «специальные средства» предоставляется при условии, если отсутствует возможность организовать на началах хозрасчёта реализацию продукции, выполнение услуг, работ.

Новым витком в развитии хозяйственного механизма стал 1985 год, когда был взят курс на перестройку и ускорение социально-экономического развития. Идеи перестройки и становления экономических методов работы закрепились в новых правовых актах тех лет, которые допускали альтернативные варианты вместо прежнего единообразного шаблона управления. Изменилось и основное содержание управления социальной сферой, и социокультурной в частности. Предполагался её переход к экономическим методам хозяйствования. Основные положения нового хозяйственного механизма в отраслях непроизводственной сферы (были одобрены Советом Министров СССР 23.11.1988г. ПП-2480) [3, с.4-11] определяли общие принципы, формы, методы хозяйственной деятельности государственных предприятий и учреждений в условиях коренной перестройки управления экономикой и предусматривали широкое внедрение экономических методов управления. Они распространялись на учреждения здравоохранения, народного образования, культуры, на средства массовой информации, социального обеспечения, хозяйственная деятельность которых базировалась на полном или частичном бюджетном финансировании.

В основных чертах новый хозяйственный механизм предполагал: перевод коллективов на самостоятельный баланс и внутренний хозрасчёт, развитие иных форм хозяйствования, включая аренду. Давал возможность регулировать экономические отношения между администрацией и её структурными единицами по проведению их деятельности и оказанию платных услуг, распределению доходов и оплаты труда.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что преобразование хозяйственного механизма – развитие отношений хозрасчёта, самоуправления, аренды явились эле-

ментами децентрализации, предполагающими квазирыночную форму хозяйствования в социокультурной сфере.

Логика развития рыночных отношений в России в начале и середине 90-х годов не сводится к преобразованию хозяйственного механизма. Она представляла собой «триаду»: рынок - структурная перестройка – социальная защита. В этих условиях актуальным являлся вопрос о коммерциализации социокультурной сферы, выдвигались не задачи поиска дополнительных бюджетных ресурсов, а институциональные реформы, которые позволяли бы повысить эффективность социокультурных отраслей, устранить колоссальные потери, связанные с неэффективностью значительной части социальных расходов.

Государственные и муниципальные учреждения включились в рынок через предпринимательскую деятельность. Для становления предпринимательства в государственных и муниципальных учреждениях имелись экзогенные и эндогенные предпосылки:

Экзогенные: 1) высокий уровень концентрации и централизации капитала; 2) социальная напряжённость в обществе, вызванная недовольством ходом рыночных реформ, высокая дифференциация доходов, доминирование групповых интересов правящих элит над общегражданскими; 3) утрата регулирования экономики.

Эндогенные: 1) разрушенная администртивно-командной системой и распадом СССР экономика; 2) переход к рыночным отношениям; 3) кризисные процессы в экономическом развитии как в России в целом, так и особенно на некоторых территориях по сравнению со средним уровнем по стране, а также другими регионами; 4) резкое сокращение государственного финансирования.

Таким образом, предпринимательская деятельность начиная с 90-х годов стала основной формой развития экономических отношений в социокультурной сфере, что помогло организациям выжить в условиях институциональной нестабильности.

В настоящее время ситуация в экономике социокультурной сферы складывается следующим образом. Это единственная сфера экономической системы России, запрещённая к приватизации. Кроме этого, совершенно очевидна необходимость законодательного закрепления недопустимости доверительного (трастового) управления этим слоем государственной собственности. Иначе коммерческие структуры в условиях монопольного пользования легко могут переориентировать отрасли сферы обслуживания на коммерческие цели. Это не означает, что в данных отраслях не должны возникать и функционировать частные и коллективные предприятия. Этот процесс развивается в России повсеместно. Однако институтом, обеспечивающим удовлетворение основных социокультурных потребностей, должно быть государство. Развитие общества не может оцениваться только с позиций экономической рациональности и эффективности, поскольку экономические отношения неразрывно связаны с социальными, напрямую зависят от характера проводимой политики, от состояния общественного сознания. Уникальность роли государства состоит в его ответственности за формирование «человеческого капитала», устойчивости социального положения граждан, семей, социальных групп, за проведение политики прогрессивного развития общества как единого политического и правового субъекта, обладающего общим спектром властных полномочий. Это определяет и Конституция Российской Федерации, в которой говорится, что «Российская Федерация – социальное государство, политика которого направлена на создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека» [4, ст.7].

Напомним, что учреждения социокультурной сферы – это в основном субъекты некоммерческого сектора. Некоммерческий сектор – это неотъемлемый элемент рыночного хозяйства. Некоммерческие организации активно участвуют в реализации образовательных, культурных, научных программ, способствуют приумножению интеллектуальной собственности общества. Они крайне важны тем, что обеспечивают довольно надёжную систему социальной защиты населения. Они не ставят главной целью извлечение прибыли. Законодательство России допускает их предпринимательскую деятельность, в рамках государственных и муниципальных учреждений она носит ограниченный характер и осуществляется на основании отраслевых законов РФ (например, «Основы законодательства о культуре» [5, ст.47], закон «Об образовании» [6, ст.47]. Общим за-

коном, предусматривающим предпринимательскую деятельность государственных и муниципальных учреждений, является Федеральный закон «О некоммерческих организациях» [7, ст.24].

Предпринимательская деятельность государственных учреждений носит в себе характер «бесприбыльного предпринимательства». В конкурентной экономике учитываются издержки не только внешние (оплата счетов поставщиков и зарплата по тарифным соглашениям), но и внутренние (потенциальный доход от альтернативного использования капитала – сдача в аренду, ссуда и т.д.). Издержки при этом рассматриваются как плата достаточная, чтобы сохранить за предпринимателем финансовые, материальные и трудовые ресурсы. Они включают и нормальный предпринимательский доход. Таким образом, даже минимальная прибыль сверх этих совокупных издержек может обеспечить нормальное функционирование учреждений, помогает адаптироваться к временным недостаткам финансирования. Все формы предпринимательской деятельности, разрешенные законодательством, можно назвать нейтральными, так как они не связаны непосредственно с профильной деятельностью учреждения.

Помимо предпринимательской деятельности практически любое образовательное, медицинское, культурное учреждение вправе оказывать населению, предприятиям, учреждениям и организациям платные услуги, выполнять работы по договорам с предприятиями, организациями, учреждениями на основе коммерческого расчёта. Доход от этого вида услуг реинвестируется в данные учреждения, в том числе на увеличение расходов по заработной плате, по их усмотрению. Платные услуги образовательных и культурных учреждений (согласно законодательству) не относятся к предпринимательской деятельности (а в той части дохода, которая не реинвестируется в учреждения, – относятся), но они предполагаются рамками общего процесса коммерциализации, которая охватывает бюджетные учреждения. Следовательно, платные услуги включаются в общий процесс развития коммерциолизации, а значит, в развитие экономических отношений социокультурной сферы.

Кроме этого, наиболее перспективной формой развития экономических отношений можно считать структурные подразделения социокультурных учреждений, так как их деятельность, в отличие от платных услуг, не ущемляет интересы населения, имеющего низкие доходы. Прибыль, получаемая структурными подразделениями, может стать как раз тем недостающим «толчковым капиталом», который необходим для развития нейтральных форм предпринимательской деятельности.

Таким образом, можно констатировать, что нейтральные формы предпринимательства, платные услуги и структурные подразделения, функционирующие на принципах коммерческого расчёта, являются формами проявления экономических отношений, которые существуют в настоящее врем в учреждениях социокультурной сферы. Объективные условия, определяющие необходимость развития этих форм экономических отношений, могут сочетаться с негативными тенденциями: дополнительными издержками, связанными с ростом государственного аппарата (налоговых служб, казначейства и т.д.), а также правовых инстанций по пресечению использования предпринимательства как прикрытия для отмывания «грязных денег».

В настоящее время можно говорить о несостоявшихся надеждах переложить часть бюджетной ноши на плечи спонсоров и меценатов, а начиная с 2003 года у власти сформировалась ясная установка на сокращение числа организаций, деятельность которых требует постоянного бюджетного финансирования. Эта установка, в частности, проявилась в Программе социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочную перспективу (2003–2005 гг.), где была сформулирована прямая задача «существенного ограничения объёмов финансирования государственных учреждений по смете и внедрение механизмов бюджетного финансирования в соответствии с объёмом и качеством оказываемых услуг» [8, п.8]. На решение этой задачи направлен и принятый в ноябре 2006 г ФЗ "Об автономных учреждениях» [9], который предполагает изменение статуса бюджетных учреждений. Автономное учреждение имеет тех же учредителей, что и бюджетное учреждение, но учредитель не несет субсидиарной ответственности по их

обязательствам, и если у них недостаточно денежных средств, то они будут вынуждены отвечать по своим обязательствам имеющейся в их распоряжении собственностью, то есть имуществом.

Бюджетные и автономные учреждения различаются по характеру использования своих средств. Если бюджетное учреждение тратит свои бюджетные и внебюджетные средства по утверждаемым сметам и может иметь всего лишь два счета, причем внебюджетные средства учитываются в казначействе на особых счетах, то автономное учреждение более самостоятельно в планировании и использовании своих средств, может иметь больше счетов и в разных банках. Их внебюджетные средства не учитываются на особых счетах в казначействе и даже имуществом они могут распоряжаться более свободно. Создание автономных учреждений обусловлено тем, что в результате регулярно проводимых реформ экономическая система РФ не в состоянии была обеспечить финансовую базу для соблюдения конституционных прав граждан на бесплатное и качественное здравоохранение, образование, на развитие науки. Кроме того, во многих случаях учреждения, осваивая средства бюджета, не заботились о качестве бюджетных услуг, об эффективности своей деятельности и бюджетных расходов.

В условиях кризиса и дефицита бюджета в 2009 году российский бюджет не получил треть доходов по сравнению с 2008 годом. Проблемы дефицитности бюджета упираются, в конечном счёте, не только в кризисные процессы в мировом хозяйстве, но и в институциональную структуру «реального» сектора России и его эффективность. Что же касается проблем реформирования социокультурной сферы, то здесь выработка эффективных программ зависит прежде всего от понимания специфики экономических институтов в данной сфере.

Заключение. Программа социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочную перспективу (2003–2005 гг.) выдвинула новую установку на сокращение числа организаций, деятельность которых требует постоянного бюджетного финансирования. Закон "Об автономных учреждениях» стал институциональным, логическим подтверждением этой установки.

По мнению многих деятелей социокультурной сферы, данный закон не лишен недостатков. Высказываются серьезные опасения по поводу ряда его положений. Не все и не всегда убеждены в том, что будет лучше, если государство снимет с себя обязательство финансирования государственных и муниципальных учреждений, а выбор правового статуса организации будут осуществлять чиновники. Практика подготовки этого закона показала, что признание ошибочными тех или иных положений закона, с одной стороны, зависит от силы соответствующих резолюций и указаний, а с другой – от общественного резонанса, нейтрализующего негативные последствия реформ. Именно от этого мощного фактора будет зависеть, какой ход получит экономическая реформа в социокультурной сфере.

Библиографический список

1. Фукуяма Ф. Доверие. Социальные добродетели и создание благосостояния / Ф. Фукуяма // Новая постиндустриальная волна на Западе. – М.: Academia, 1999.

2. Инструкция о порядке планирования и использования бюджетных средств, а также отчётности по ним. – М.: Министерство Финансов СССР, от 12 июня 1981 г. – № 120.

3. Новые условия хозяйствования в сфере культуры: сб. документов / Отв. редактор Н.Е. Лобова. – М., 1989.

4. Конституция Российской Федерации. – М.: Юридическая литература, 1993.

5. Закон РФ «Основы законодательства о культуре» // Российская газета. – 1992. – 17 ноября.

6. Федеральный закон от 13 января 1996г. №12-ФЗ «О внесении изменений и дополнений в Закон Российской Федерации «Об образовании» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1996. – № 3.

7. Федеральный закон от 12 января 1996г. №7. «О некоммерческих организациях» //Собрание законодательства Российской Федерации. – 1996. – № 3.
8. Программа социально-экономического развития РФ на среднесрочную перспективу (2003-2005 годы). Электрон. ресурс. Режим доступа: http://www.goverment.ru.
9. Федеральный закон от 03 ноября 2006 г. № 174. «Об автономных учреждениях». Электрон. ресурс. Режим доступа: http://www.akdi.ru.

Материал поступил в редакцию 09.11.09.

S.A. BEYGULENKO

GENESIS OF THE ECONOMIC RELATIONS IN THE SOCIAL AND CULTURAL FIELD OF RUSSIA

The article contains the description of the basic forms of the economic relations in the social and cultural field (SCF) which were formed in the Soviet and post- Soviet period and are being developed in the modern economy of Russia. The knowledge of methodology of the shaping and development of the economic relations in social and cultural field is impossible without the knowledge of the genesis of these relations.
Keywords: social and cultural field, human capital, leftover principle, paid services, quasi-market management forms, commercialization of social and cultural field, entrepreneurship in SCF, autonomous institutions.

БЕЙГУЛЕНКО Светлана Александровна, доцент (2003) кафедры «Экономические дисциплины» Азовского технологического института (филиала) ДГТУ, кандидат экономических наук (1998). Окончила Ростовский государственный университет (1986).
Область научных интересов: институциональные механизмы социокультурной сферы современной РФ.
Количество публикаций – 31.

sbeg64@mail.ru

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Статья должна быть представлена в распечатанном виде и на магнитном носителе в электронной версии с расширением doc. Шрифт Times New Roman. Кегль - 14. Межстрочный интервал для текста - 1,5. Бумага белая формата А4, ориентация книжная, площадь текста на листе 250×170 (поля со всех сторон 20 мм).

2. В начале статьи в левом верхнем углу ставится индекс УДК. Далее на первой странице данные идут в такой последовательности: инициалы и фамилии авторов; полное название статьи; краткая аннотация (max 400 символов, включая пробелы); ключевые слова (max 150 символов). Затем идет текст самой статьи, библиографический список, сведения об авторах (ФИО, год рождения, должность и место работы, год присвоения степени и звания, название вуза и год его окончания, область научных интересов, количество публикаций, e-mail).

3. Дополнительно к статье должны быть представлены следующие материалы на английском языке: ФИО авторов, полное название статьи, аннотация (полная аналогия русской версии), ключевые слова, сведения об авторах.

4. Статья должна предусматривать разделы: введение (постановка задачи), методы испытаний, результаты эксперимента и их обсуждение, выводы или заключение.

6. Объем статьи не должен превышать 16 страниц машинописного текста, 5 рисунков или фотографий; обзора - 25 страниц, 10 рисунков; краткого сообщения - не более 3 страниц, 2 рисунков.

7. Иллюстрации (рисунки, графики) должны быть расположены в тексте статьи и выполнены в одном из графических редакторов (формат tif, pcc, jpg, pcd, msp, dib, cdr, cgm, eps, wmf). Каждый рисунок должен иметь подпись. Рисунки должны иметь контрастное изображение. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь заголовок. Формулы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в формульном редакторе MS Word.

8. Размерность физических величин, используемых в статье, должна соответствовать Международной системе единиц (СИ). Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., и т.д., и т.п.).

9. Библиографический список должен оформляться в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5.-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» и включать: фамилию и инициалы автора, название статьи, название журнала, том, год, номер или выпуск, страницы, а для книг - фамилии и инициалы авторов, название книги, место издания (город), издательство, год издания, количество страниц.

10. При представлении материала на рассмотрение в редакцию необходимо наличие внешней рецензии, подписанной специалистом, имеющим ученую степень доктора наук (обязательно заверенной в отделе кадров по месту работы рецензента). К статьям аспирантов и соискателей необходимо приложить отзыв научного руководителя. Для авторов, не являющихся сотрудниками ДГТУ, необходима рекомендация на имя главного редактора, подписанная научным руководителем автора (для соискателей ученой степени) или руководителем подразделения (обязательно заверенная печатью).

11. Редколлегия оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

12. Статьи, не отвечающие правилам оформления, к рассмотрению не принимаются, рукописи и магнитные носители авторам не возвращаются. Датой поступления считается день получения редколлегией окончательного текста статьи.

13. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Более подробно с правилами оформления можно ознакомиться на сайте журнала "Вестник ДГТУ" по адресу http://static.dstu.edu.ru/vestnik/index.shtml